

388.31

Am

0 21



OPTIMALISASI KINERJA LALULINTAS DI JARINGAN JALAN UTAMA KOTA PADANG

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh

Muhammad Aminsya
L4A 099 030

PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK SIPIL - TRANSPORTASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2002

OPTIMALISASI KINERJA LALULINTAS DI JARINGAN JALAN UTAMA KOTA PADANG

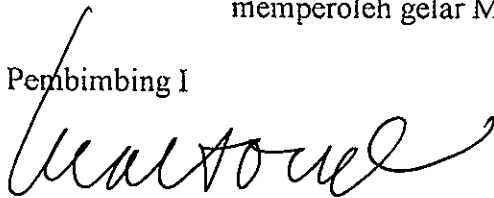
Disusun oleh

Muhammad Aminsya
L4A 099 030

Dipertahankan di Depan Tim Penguji tanggal :
13 Agustus 2002

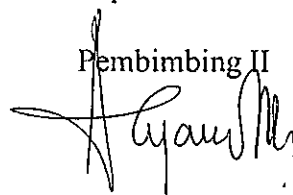
Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Master Teknik Sipil

Pembimbing I



Ir. Sumarsono, MS

Pembimbing II

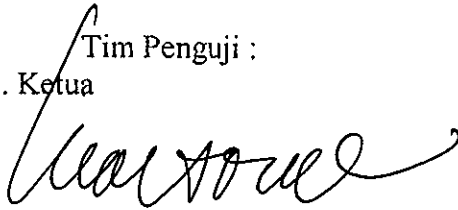


Ir. Mudjiastuti Handajani, MT

Semarang, Agustus 2002

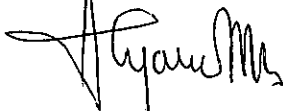
Tim Penguji :

1. Ketua



Ir. Sumarsono, MS

2. Anggota



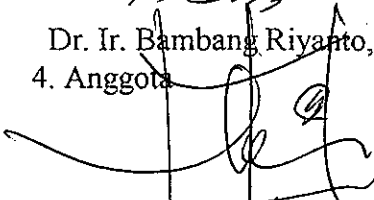
Ir. Mudjiastuti Handajani, MT

3. Anggota



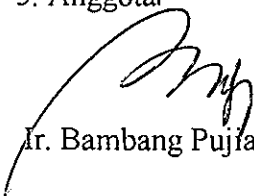
Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA

4. Anggota



Ir. Epi Eko Yulipriyono, MS

5. Anggota



Ir. Bambang Pujianto, MS

Universitas Diponegoro
Program Pascasarjana
Magister Teknik Sipil



Ketua,

Dr. Ir. Suripin, M.Eng

*Ku persembahkan untuk yang tercinta,
Papa H. Mansur Ch, Amak Hj. Hanifah
Dra. Hidayati, Msi, Taufik, Yuliar, M. Syukri
dan Riza Aryanti ST, MT.*

ABSTRAKSI

Koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan pada jaringan jalan sangat diperlukan, terutama pada daerah yang merupakan pusat kegiatan dan daerah yang padat lalu lintas kendaraannya. Hal ini disebabkan karena antrian kendaraan pada suatu persimpangan dapat berpengaruh terhadap persimpangan lain yang ada di sekitarnya. Sering kendaraan harus mengalami beberapa kali siklus untuk melewati suatu lampu lalu lintas simpang.

Pada tesis ini dilakukan penelitian tentang optimalisasi kinerja lalu lintas dengan koordinasi lampu lalu lintas di jaringan jalan utama Kota Padang. Koordinasi meliputi dua ruas utama yaitu ruas jalan Khatib Sulaiman - Aziz Chan dan ruas jalan S. Parman - Diponegoro, yang masing-masing ruas terdiri dari lima persimpangan yang dihubungkan oleh sebuah jalan pada simpangnya, sehingga membentuk suatu koordinasi kawasan/area. Pengaturan lampu lalu lintas pada jaringan ini masih menggunakan sistem persimpangan terisolasi, padahal kondisi topografi, geometrik dan volume lalu lintasnya memungkinkan dilakukan koordinasi lampu lalu lintas.

Tinjauan dan analisa akan dilakukan terhadap ruas jalan di atas berdasarkan data yang diperoleh dari survai sehingga didapat suatu gambaran relatif kondisi eksisting seperti indeks kinerja dan konsumsi bahan bakar.

Koordinasi adalah mengatur lampu lalu lintas sedemikian rupa untuk mengusahakan semaksimal mungkin agar aliran kendaraan dapat menemui lampu hijau atau green wave di sepanjang jalan tersebut, sehingga kinerja lalu lintas secara keseluruhan jaringan dapat ditingkatkan.

Kinerja lalu lintas dapat ditingkatkan dengan mengupayakan tundaan, stop, konsumsi bahan bakar dan indeks kinerja seminimal mungkin. Strategi alternatif yang diterapkan adalah pengaturan waktu siklus, perbaikan geometrik, perubahan fase dan kombinasi faktor tersebut agar kinerja dapat lebih ditingkatkan. Dari optimasi yang telah dilakukan terbukti bahwa tundaan, indeks kinerja dan konsumsi bahan bakar dapat diturunkan dan kecepatan rata-rata sistem dapat dinaikkan.

Perbandingan yang dilakukan adalah antara gambaran kondisi eksisting hasil keluaran program Transyt dengan alternatif terbaik yang didapat dari hasil keluaran program Transyt, yang mana terlihat pada pengaturan koordinasi lampu lalu lintas periode pagi, periode siang dan periode sore kinerja kondisi eksisting ternyata dapat ditingkatkan.

Alternatif terbaik yang didapat untuk periode pagi dapat menaikkan kecepatan rata-rata sistem 48 %, menurunkan biaya tundaan 36 %, menurunkan konsumsi bahan bakar 30 % dan indeks kinerja turun 36 %. Pada periode siang, alternatif terbaik dapat menaikkan kecepatan rata-rata sistem 72 %, menurunkan biaya tundaan 46 %, menurunkan konsumsi bahan bakar 39 % dan indeks kinerja turun 46 %. Pada periode sore, alternatif terbaik dapat menaikkan kecepatan rata-rata sistem 115 %, biaya tundaan turun 61 %, konsumsi bahan bakar turun 50 % dan indeks kinerja turun 61 %.

ABSTRACT

The coordination of intersection within the city road network is required, specially all at central business district area, in which queuing of vehicles at intersection will affect to the network. The vehicles often get any cycle time to pass a signalled intersection.

This research is about coordination the traffic signal on the main road network in Padang to optimisation traffic performance. The coordination comprises two main road (Khatib Sulaiman - Aziz Chan, consist of 5 signalled intersection / node and S. Parman - Diponegoro, consist of 5 signalled intersection / node) that connected at each intersection to form an area coordination. The existing traffic control system is used 'isolated traffic', whereas the condition : topographic, geometric and volume make the traffic signals coordination possible.

Collected datum from survey is used in network observation and analysis. The result is a description of relatively existing condition about performance index and fuel consumption.

The coordination is arrangement of the traffic signals to maximise the green wave (condition where vehicles always meet green signals on each intersection), so that it can be increase the traffic network performance.

To increase the traffic performance, delay, stop, fuel consumption and performance index is made . There are some alternative strategi have been implemented : cycle time arrangement, geometric improvement, stage alteration and combination. Optimisation goes to prove that the delay, fuel consumption and performance index can be reduced and mean journey speed of system can be increased.

The output of Transyt program for existing condition is compared to the output of the best alternative condition, that prove that performance of existing condition can be increased, that illustrated in coordination of traffic signals in the morning, day and afternoon period.

The best alternative of network coordination for the morning period can increase mean journey speed of system about 48 %, reduce cost of delay 36 %, reduce fuel consumption 30 % and reduce performance index 36 %. The best alternative of network coordination for the day period can increase mean journey speed of system about 72 %, reduce cost of delay 46 %, reduce fuel consumption 39 % and reduce performance index 46 %. The best alternative of network coordination for afternoon period can increase mean journey speed of system about 115 %, reduce cost of delay 61 %, reduce fuel consumption 50 % and reduce performance index 61 %.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, berkat rahmatNya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan studi pada Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Dr. Ir. Suripin, M.Eng, selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Univ. Diponegoro.
2. Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA, selaku Sekretaris Program Magister Teknik Sipil Univ. Diponegoro dan Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan bantuannya.
3. Ir. Sumarsono, MS, selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan bantuannya dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Ir. Mudjiastuti Handajani, MT, selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan dan bantuannya dalam menyelesaikan tesis ini.
5. Ir. Epf. Eko Yulipriyono, MS, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahannya.
6. Ir. Bambang Pujiyanto, MS, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahannya.
7. Ir. Fauwaz Fauzan, MT, atas segala bantuan dan perhatiannya.
8. Ir. Tomy Surjo Sasongko, atas segala bantuan dan perhatiannya.
9. Ir. Fitrah Nur, Ir. Irfan, Ir. Hendra Syahputra, DEA, Ir. Hizra atas segala bantuannya.
10. Ir. Busmart Zuriantomi, atas segala bantuannya.
11. Dosen-dosen pengampu mata kuliah dan Bapak/Ibu di Sekretariat Magister T. Sipil.
12. Dan Papa H. Mansur Ch, Amak Hj. Hanifah dan adik Dra. Hidayati, MSi, Taufik, Yuliar, M. Syukri dan Riza Aryanti ST, MT, yang dengan sabar telah membantu dan memberi dorongan untuk menyelesaikan studi dan penulisan tesis ini.

Penulis menyadari tesis ini banyak kekurangan, saran dan masukan sangat diharapkan bagi kesempurnaannya. Semoga bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi.

Semarang, Agustus 2002

Penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	3
1.4 Keaslian Penelitian	3
1.5 Sistematika Pembahasan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Persimpangan Terisolasi (Tanpa Koordinasi)	5
2.1.1 Pengaturan Waktu Tetap	6
2.1.2 Pengaturan Dipengaruhi Lalulintas	6
2.2 Persimpangan Terkoordinasi	7
2.2.1 Sistem Koordinasi Lampu Lalulintas Kawasan / Area.....	8
2.2.2 Rencana Pengaturan Waktu Tetap	9
2.2.3 Rencana Pengaturan Dipengaruhi Lalulintas	10
2.2.4 Parameter Perencanaan Waktu	10
2.2.5 Pola Pengaturan Koordinasi Lampu Lalulintas	11
2.3 TRANSYT	12
2.3.1 Asumsi yang digunakan Transyt	14
2.3.2 Jaringan Jalan	14
2.3.3 Cyclic Flow Profiles	15
2.3.4 Tingkah Laku dalam Pergerakan (Link)	16

5.2.1 Perhitungan Kondisi Eksisting pada Periode Pagi	79
5.2.2 Perhitungan Kondisi Eksisting pada Periode Siang	81
5.2.3 Perhitungan Kondisi Eksisting pada Periode Sore	82
5.3 Optimasi dengan Menentukan Beberapa Strategi Alternatif	83
5.3.1 Optimasi pada Kondisi Periode Pagi	83
5.3.2 Optimasi pada Kondisi Periode Siang	88
5.3.3 Optimasi pada Kondisi Periode Sore	93
5.4 Panjang Antrian, Stop dan Tundaan	98
5.4.1 Perhitungan Simpang dengan MKJI.....	102
5.5 Pembahasan	105
5.5.1 Pembahasan pada Kondisi Periode Pagi	105
5.5.2 Pembahasan pada Kondisi Periode Siang	111
5.5.3 Pembahasan pada Kondisi Periode Sore	116
5.5.4 Pembahasan Panjang Antrian, Stop dan Tundaan	122
5.5.5 Pembahasan Perhitungan Metoda MKJI	128
5.6 Pengaturan Lampu Lalulintas	133
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	136
6.1 Kesimpulan	136
6.2 Saran	137
DAFTAR PUSTAKA	139
LAMPIRAN	
A. Perhitungan Arus Lalulintas, Arus Jenuh Persimpangan	140
B. Contoh Keluaran (Output) Program Transyt	186
C. Platoon / Iringan Kendaraan	219
D. Peta	228

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
4.1	Data kondisi dan lingkungan persimpangan	44
4.2	Data pengaturan lampu lalu lintas persimpangan.....	51
4.3	Data panjang antrian pada persimpangan	52
4.4	Arus persimpangan maksimum pada waktu hijau, periode pagi	53
4.5	Arus persimpangan per jam (kendaraan/jam), periode pagi	54
4.6	Data untuk masukan program Transyt, periode pagi	57
4.7	Data siklus dan fase masukan program Transyt periode pagi.....	60
4.8	Arus persimpangan maksimum pada waktu hijau, periode siang	61
4.9	Arus persimpangan per jam (kendaraan/jam), periode sSiang	62
4.10	Data untuk masukan program Transyt, periode siang	65
4.11	Data siklus dan fase masukan program Transyt periode siang.....	68
4.12	Arus persimpangan maksimum pada waktu hijau, periode sore	69
4.13	Arus persimpangan per jam (kendaraan/jam), periode sore	70
4.14	Data untuk masukan program Transyt, periode sore	73
4.15	Data siklus dan fase masukan program Transyt periode sore	76
5.1	Indeks Kinerja kondisi eksisting pada periode Pagi	79
5.2	Indeks Kinerja kondisi eksisting pada periode Siang	81
5.3	Indeks Kinerja kondisi eksisting pada periode Sore	82
5.4	Simulasi waktu siklus mendapatkan PI terbaik, periode Pagi	84
5.5	Simulasi tipe siklus mendapatkan PI terbaik, periode Pagi	85
5.6	Simulasi perubahan geometrik mendapatkan PI terbaik, periode Pagi	86
5.7	Simulasi Perubahan Fase mendapatkan PI terbaik, Periode Pagi	87
5.8	Simulasi Perubahan Fase mendapatkan PI terbaik, Periode Pagi	88
5.9	Simulasi Waktu Siklus mendapatkan PI terbaik, Periode Siang	89
5.10	Simulasi Tipe Siklus mendapatkan PI terbaik, Periode Siang	90
5.11	Simulasi Perubahan Geometrik mendapatkan PI terbaik, Periode Siang	91
5.12	Simulasi Perubahan Fase mendapatkan PI terbaik, Periode Siang.....	92

5.13	Simulasi Perubahan Fase mendapatkan PI terbaik, Periode Siang.....	93
5.14	Simulasi Waktu Siklus mendapatkan PI terbaik, Periode Sore	94
5.15	Simulasi Tipe Siklus mendapatkan PI terbaik, Periode Sore	95
5.16	Simulasi Perubahan Geometrik mendapatkan PI terbaik, Periode Sore	96
5.17	Simulasi Perubahan Fase mendapatkan PI terbaik, Periode Sore	97
5.18	Simulasi Perubahan Fase mendapatkan PI terbaik, Periode Sore	98
5.19	Panjang antrian, stop dan tundaan, periode pagi, menurut Transyt	99
5.20	Panjang antrian, stop dan tundaan, periode siang, menurut Transyt	100
5.21	Panjang antrian, stop dan tundaan, periode sore, menurut Transyt	101
5.22a	Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan,Simpang 1, K.Eksisting..	103
5.22b	Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan,Simpang 3, K.Eksisting..	103
5.23a	Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan,Simpang 1, A.Terbaik..	103
5.23b	Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan,Simpang 3, A.Terbaik..	104
5.24a	Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan,Simpang 1, Optimasi..	104
5.24b	Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan,Simpang 3, Optimasi..	104
5.25	Indeks Kinerja pada periode Pagi	108
5.26	Perbandingan Indeks Kinerja pada periode Pagi	109
5.27	Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif 4b, periode Pagi	109
5.28	Pengaturan Fase Persimpangan Alternatif 4b, periode Pagi	110
5.29	Indeks Kinerja pada periode Siang	113
5.30	Perbandingan Indeks Kinerja pada periode Siang	114
5.31	Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif 4b, periode Siang	115
5.32	Pengaturan Fase Persimpangan Alternatif 4b, periode Siang	115
5.33	Indeks Kinerja pada periode Sore	119
5.34	Perbandingan Indeks Kinerja pada periode Sore	120
5.35	Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif 3, periode Sore	120
5.36	Pengaturan Fase Persimpangan Alternatif 3, periode Sore	121
5.37	Perbandingan panjang antrian, stop dan tundaan, periode pagi	125
5.38	Perbandingan panjang antrian, stop dan tundaan, periode siang	126
5.39	Perbandingan panjang antrian, stop dan tundaan, periode sore	127

5.40	Hasil perhitungan MKJI untuk kondisi Eksisting	128
5.41	Perbandingan Panjang antrian	129
5.42	Hasil perhitungan MKJI untuk Simpang 1 dan Simpang 3	130
A.1	Arus Lalulintas, Arus Jenuh, Perhitungan, Persimpangan 1, P. Pagi	140
A.11	Data Masukan Transyt, Periode Pagi, Perubahan Geometrik	154
A.12	Arus Lalulintas, Arus Jenuh, Perhitungan, Persimpangan 1, P. Siang	156
A.22	Data Masukan Transyt, Periode Siang, Perubahan Geometrik	166
A.23	Arus Lalulintas, Arus Jenuh, Perhitungan, Persimpangan 1, P. Sore	168
A.33	Data Masukan Transyt, Periode Sore, Perubahan Geometrik	178

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
2.1	Bentuk Koordinasi Lampu Lalulintas.....	8
2.2	Struktur Program Transyt	13
2.3	Jaringan dan Arus Lalulintas	14
2.4	Diagram Link dan Nodes	15
2.5	Histogram Arus Lalulintas	16
2.6	Contoh Dispersion Pengukuran dan Perkiraan di Link	17
2.7	Penyederhanaan Tingkah Laku Lalulintas dalam Transyt	18
2.8	Tundaan Lalulintas di Link / simpang	20
2.9	Penyajian Persimpangan dengan Prioritas dalam Transyt	23
2.10	Penggambaran istilah offset dan perbedaan dalam offset	25
3.1	Bagan Alir Program Kerja Penelitian	30
3.2	Lokasi Penelitian	33
4.1	Jarak persimpangan dan arah arus	45
4.2	Geometrik Persimpangan	46
4.3	Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan, Periode Pagi	55
4.4	Diagram Pergerakan, Arus Jenuh, Persimpangan, Periode Pagi	56
4.5	Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan, Periode Siang	63
4.6	Diagram Pergerakan, Arus Jenuh, Persimpangan, Periode Siang ..	64
4.7	Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan, Periode Sore	71
4.8	Diagram Pergerakan, Arus Jenuh; Persimpangan, Periode Sore	72
5.1	Diagram Jarak - Waktu, alternatif 4b, Periode Pagi	110
5.2	Diagram Jarak - Waktu, alternatif 4b, Periode Siang	116
5.3	Diagram Jarak - Waktu, alternatif 3, Periode Sore	121
A.1	Perubahan Geometrik Persimpangan	150

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu masalah transportasi di perkotaan terletak pada persimpangan. Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Keadaan yang sering terlihat adalah kendaraan yang melewati simpang jumlahnya tinggi, adanya konflik antara pejalan kaki dan arus lalu lintas dan jarak antar simpang yang berdekatan, sehingga jumlah tundaan dan antrian yang tinggi yang sering terjadi di persimpangan. Penyebabnya antara lain adalah pengaturan lampu lalu lintas yang kurang efisien dan tidak adanya koordinasi antara satu simpang dengan simpang yang lain yang berdekatan,

Tidak adanya koordinasi lampu lalu lintas antar simpang akan mengakibatkan sebuah mobil akan mempunyai kemungkinan lebih besar untuk bertemu 'lampu merah' saat memasuki dua simpang berurutan, padahal antrian kendaraan sudah menunggu pada masing-masing simpang tersebut. Pada volume jam puncak sering 'lampu hijau' tidak mampu lagi melewati seluruh antrian kendaraan pada tiap-tiap lengan simpang yang mengakibatkan kendaraan harus menunggu sampai siklus berikutnya, dan ada kalanya kendaraan harus menunggu beberapa siklus untuk melewati suatu simpang. Hal ini akan menambah besarnya waktu perjalanan dan biaya transportasi. Bertambahnya waktu perjalanan dan biaya transportasi, mengakibatkan menurunnya aksesibilitas suatu daerah atau zona atau kota, dan juga akan menurunkan mobilitas penduduknya.

Jalan di kota Padang terdiri atas dua ruas utama yaitu ruas jalan Khatib Sulaiman - Bagindo Aziz Chan dan ruas Jalan S.Parman - Diponegoro, yang merupakan akses untuk menuju kawasan perkantoran, pusat pemerintahan propinsi Sumatera Barat dan pemerintahan kota Padang, kawasan pendidikan, perguruan tinggi, bank-bank dan pusat bisnis Pasar Raya. Setiap pagi hari kerja, volume kendaraan berada pada kondisi puncak yang berasal dari kawasan pemukiman arah utara dan selatan kota menuju pusat kota yang terletak pada kawasan jalan utama ini.

Pada ruas jalan Khatib Sulaiman - Bagindo Aziz Chan terdapat 7 buah simpang yang dikendalikan oleh lampu lalu lintas dan pada ruas jalan S.Parman - Diponegoro terdapat 6 buah simpang dikendalikan oleh lampu lalu lintas. Jarak antar simpangnya relatif pendek, ada yang berjarak kira-kira 300 meter sampai 1000 meter. Tersedia trotoar yang ada cukup lebar sehingga pejalan kaki tidak berjalan di sisi jalan. Jumlah kendaraan yang parkir pada badan jalan relatif sedikit sehingga mengurangi gangguan pada arus kendaraan yang lewat.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tesis ini adalah melakukan tinjauan dan analisa terhadap kondisi eksisting suatu jalan utama di kota Padang berdasarkan data yang diperoleh dari survai di lapangan sehingga didapat suatu deskripsi kinerja dari kondisi lalu lintas pada jalan utama tersebut.

Sedangkan tujuan dari penulisan tesis ini adalah melakukan optimalisasi lampu lalu lintas dengan mengkoordinasi persimpangan yang terdapat di jalan utama kota Padang sehingga dengan koordinasi tersebut diharapkan waktu perjalanan yang dialami kendaraan dapat dikurangi.

1.3 Ruang Lingkup Masalah dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi usulan koordinasi lampu lalu lintas sebagai suatu alternatif untuk mengurangi waktu dan biaya perjalanan pada suatu jaringan jalan yang terdiri dari beberapa simpang di kota Padang. Jaringan jalan tersebut adalah dua ruas jalan utama yang dihubungkan oleh beberapa simpang sehingga berbentuk suatu kawasan/daerah. Untuk kondisi kota Padang, jalan utama yaitu ruas Rasuna Said-Sudirman-Bagindo Aziz Chan dan ruas S.Parman-Veteran-Pemuda yang masih menggunakan sistem lampu lalu lintas terisolasi, padahal kondisi topografi, geometrik dan volume lalu lintasnya cukup memungkinkan dilakukan koordinasi lampu lalu lintas.

Penelitian yang dilakukan pada tesis ini dibatasi hanya pada hal-hal yang berkaitan dengan strategi-strategi usulan dalam bentuk analisa kondisi persimpangan sebelum dikoordinasi (eksisting) dan memilih strategi terbaik dari beberapa strategi koordinasi yang telah dilakukan nantinya. Dari analisa diharapkan bahwa kondisi persimpangan setelah koordinasi akan lebih baik dari pada kondisi eksisting, baik ditinjau dari waktu maupun biaya perjalanan.

Alat bantu yang digunakan dalam penelitian adalah paket program TRANSYT. Program ini ditulis dalam bahasa FORTRAN IV di bawah lisensi TRRL (*Transport and Road Research Laboratory*) Inggris. Yang menjadi kriteria utama pada penelitian dengan menggunakan program TRANSYT ini adalah Indeks Kinerja.

1.4. Keaslian Penelitian

Penelitian tentang koordinasi lampu lalu lintas di kota Padang telah dilakukan sebelumnya oleh Ir. Fauwaz F.MT., yang meneliti koordinasi lampu lalu lintas berupa sebuah ruas jalan / arteri kota, yaitu ruas Jalan Khatib Sulaiman - Bagindo Aziz Chan yang

dilakukan tahun 1998. Perbedaan penelitian ini dengan yang sebelumnya tersebut adalah bentuk koordinasi lampu lalu lintasnya, yaitu koordinasi lampu lalu lintas berupa kawasan atau daerah, yang terdiri dari dua ruas jalan utama kota dengan sepuluh persimpangan.

1.5. Sistematika Pembahasan

Sistematika Pembahasan tesis ini adalah sebagai berikut :

Bab I, merupakan bab pendahuluan yang membahas tentang latar belakang masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup masalah dan batasan penelitian serta sistematika pembahasan.

Bab II, membahas studi kepustakaan dan landasan teori. Pada Bab ini diuraikan tentang dasar teori persimpangan terisolasi maupun persimpangan terkoordinasi dan tentang program TRANSYT.

Bab III, membahas tentang program kerja.

Bab IV, membahas tentang pengolahan data.

Bab V, analisa dan pembahasan

Bab VI, kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Persimpangan Terisolasi (Tanpa Koordinasi)

Persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah perkotaan. Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan.

Pengendalian pergerakan kendaraan pada persimpangan diperlukan agar kendaraan tidak saling bertabrakan. Pengendalian persimpangan dapat dilakukan dengan cara : Persimpangan sistem prioritas, Bundaran (*roundbout*), Persimpangan dengan lampu lalu lintas, dan Persimpangan tidak sebidang. Persimpangan dengan lampu lalu lintas paling banyak digunakan di perkotaan. (Abubakar I.,1995)

Biasanya perhitungan untuk mengatur lalu lintas di suatu persimpangan memakai anggapan bahwa simpang tersebut adalah terisolasi (*isolated*), yaitu suatu asumsi bahwa pengaruh arus lalu lintas yang berasal dari simpang-simpang yang lain yang ada di sekitar simpang tersebut diabaikan.

Pada persimpangan yang terisolasi dasar utama perhitungan adalah menentukan waktu siklus efektif dan menentukan fase. Waktu siklus adalah waktu selama satu urutan lengkap dari fase-fase lampu lalu lintas. Untuk fase pada lampu lalu lintas yang perlu ditentukan adalah jumlah fase dan lama masing-masing fase. Fase sangat tergantung pada kondisi geometrik serta distribusi arus lalu lintas lurus dan lalu lintas yang membelok.

Dengan mencoba beberapa alternatif dan kombinasi antara waktu siklus, lama dan jumlah fase didapat strategi terbaik dengan dasar pertimbangan Kapasitas sebesar mungkin,

Tundaan sekecil mungkin, dan Panjang Antrian sekecil mungkin.

Pengaturan lampu lalu lintas suatu persimpangan dapat dilakukan dengan sistem Pengaturan waktu tetap (*Fixed time control*) dan Pengaturan dipengaruhi lalu lintas (*Traffic actuated control*).

2.1.1 Pengaturan Waktu Tetap (*Fixed Time Control*)

Persimpangan dengan sistem waktu tetap (*Fixed Time Control*) dalam pengoperasiannya menggunakan waktu siklus dan panjang fase yang tetap, yang ditentukan terlebih dahulu. Waktu siklus dan panjang fase ini akan dipertahankan sepanjang hari. Untuk kondisi dalam satu hari terdapat jam sibuk lebih dari satu, pengaturan sebaiknya dipakai lebih dari satu, misalnya dua atau tiga, (untuk pagi, siang, sore dan lain-lain). Kelemahan sistem ini pada penetapan waktunya yang tetap tidak dapat mengikuti kondisi arus lalu lintas yang berubah-ubah.

2.1.2 Pengaturan Dipengaruhi Lalu lintas (*Traffic Actuated Control*)

Pengaturan dipengaruhi lalu lintas (*Traffic actuated control*) adalah sistem pengaturan waktu siklus dan panjang fase secara terus menerus yang disesuaikan dengan kedatangan arus lalu lintas setiap saat. Untuk mendeteksi kendaraan, detektor dipasang di setiap lengan simpang. Data lalu lintas disimpan dalam memori dan secara terus menerus dianalisa untuk mendapatkan waktu siklus dan fase yang sesuai dengan volume lalu lintas yang terjadi. Oleh karena itu sistem ini sangat peka terhadap situasi lalu lintas dan sangat efektif diterapkan untuk meminimumkan tundaan. Sistem ini terbagi dua yaitu *Semi Actuated* dan *Full Actuated Operation*.

Semi actuated dapat dipakai pada persimpangan yang mempunyai tingkat yang berbeda. Sebuah alat detektor dipasang pada jalan minor untuk mendeteksi kedatangan

kendaraan dari jalan minor. Lampu lalu lintas diatur sedemikian rupa sehingga pada jalan mayor selalu menyala warna hijau selama tidak diterima isyarat adanya kedatangan kendaraan dari jalan minor. Apabila diterima isyarat dari jalan minor, maka waktu hijau yang diterimanya paling lama sebesar waktu hijau maksimum yang disediakan, setelah itu beralih ke jalan minor apabila sudah mencapai batas minimum waktu hijau di jalan mayor.

Pada *Full actuated control*, tiap lengan diberi alat detektor. Untuk tiap fase diberi batasan minimum waktu hijau. Dengan menggunakan sistem ini ada kemungkinan satu fase yang terlewati bila tidak ada kendaraan yang terdeteksi. Panjang waktu siklus selalu berubah, tergantung pada volume lalu lintas yang lewat. *Full actuated operation* merupakan bentuk pengendalian lampu lalu lintas yang paling mudah disesuaikan karena menyediakan fasilitas untuk perubahan pengaturan waktu bahkan fase dari satu siklus ke siklus berikutnya dapat disesuaikan dengan kondisi volume lalu lintas. Tipe ini baik digunakan pada persimpangan terisolasi yang tidak dikoordinasikan dengan persimpangan lain dalam satu sistem pengaturan.

2.2. Persimpangan Terkoordinasi

Pengaturan lampu lalu lintas persimpangan di daerah perkotaan terutama kota besar dan metropolitan dengan sistem persimpangan terisolasi dirasakan sudah tidak cocok lagi. Volume lalu lintas dan antrian yang terjadi pada suatu persimpangan dapat diakibatkan dari imbas antrian persimpangan lain yang berada didekatnya. Tidak jarang antrian yang panjang dan kemacetan dengan cepat menyebar ke beberapa simpang yang ada di sekitarnya, yang mengakibatkan lampu lalu lintas tidak berfungsi lagi. Oleh karena itu koordinasi pengaturan lampu lalu lintas antar simpang sudah sangat diperlukan terutama di kota-kota besar dan metropolitan.

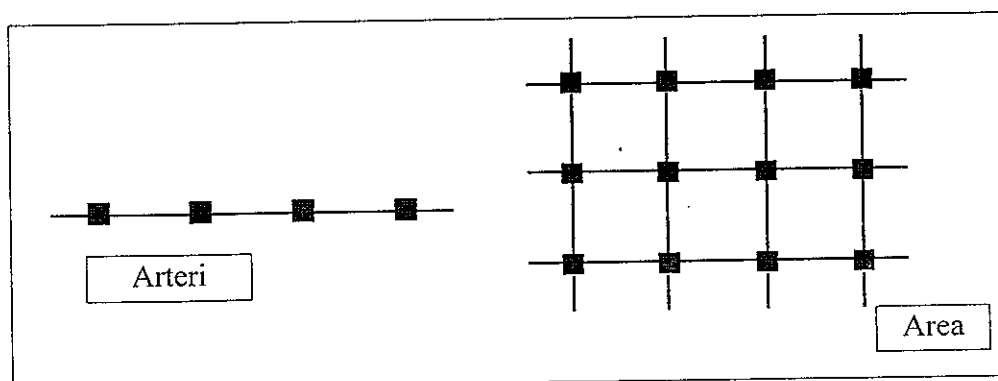
Pada pengaturan lampu lalu lintas dengan terkoordinasi ini, arus lalu lintas suatu persimpangan akan menjadi masukan (*input*) bagi persimpangan yang lain yang ada didekatnya. Interaksi masing-masing persimpangan akan mempengaruhi sistem secara keseluruhan.

2.2.1 Sistem Koordinasi Lampu Lalu Lintas Kawasan / Area

Cara ini dikenal juga dengan nama *Area Traffic Control System* yang merupakan suatu metoda dengan mempertimbangkan segi teknis dan ekonomi untuk menentukan pengontrolan pada sebagian atau seluruh lampu lalu lintas pada daerah perkotaan sebagai suatu kesatuan dengan suatu pengawasan dari pusat pengontrolan. Sistem ini bertujuan meminimumkan hambatan yang diakibatkan oleh antrian kendaraan lain saat menunggu lampu merah pada suatu persimpangan. Diharapkan dengan cara ini panjang antrian lebih pendek, tundaan lebih kecil sehingga waktu perjalanan dan konsumsi bahan bakar juga akan lebih kecil.

Bentuk koordinasi dapat berupa :

1. Arteri (Jalan yang dihubungkan oleh berapa simpang/*node* yang berbentuk garis)
2. Area / kawasan (Gabungan dari beberapa arteri)



Gambar.2.1. Bentuk koordinasi lampu lalu lintas

Dasar dari pengkoordinasian lampu lalu lintas suatu jaringan jalan adalah mengkoordinasikan seluruh lampu lalu lintas pada daerah studi dengan waktu siklus tertentu dan fase waktu hijau yang tergantung pada kecepatan iringan kendaraan (*platoon*) sehingga diperoleh aliran yang menerus sepanjang jalan (*green wave*).

Efektifitas dari koordinasi lampu lalu lintas ini tergantung kepada tingkat bertahannya iringan kendaraan selama pergerakan antar persimpangan dan jumlah kendaraan membelok yang akan mengganggu kelancaran pergerakan iringan kendaraan (*platoon*) tersebut.

Beberapa referensi menunjukkan jarak antara persimpangan yang efektif untuk dikoordinasikan adalah sebagai berikut :

1. Menurut MUTCD jarak tersebut dianggap efektif sampai 1,5 *mile* (2,4 km)
2. Menurut F,D Hobbs jarak efektif adalah sekitar 300 m.
3. Manual Transyt memberikan jarak efektif adalah 500 m.

Apabila jaraknya terlalu dekat atau terlalu jauh tidak efektif lagi.

2.2.2. Rencana Pengaturan Waktu Tetap.

Rencana pengaturan waktu tetap yaitu pengaturan waktu optimum (waktu siklus, waktu fase dan koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan) dihitung sebelumnya dengan komputer, dimana data yang dihitung berasal dari pencatatan arus lalu lintas di lapangan. Sistem ini terbagi dua yaitu :

1. Pengaturan dengan satu waktu siklus

Pada sistem ini tiap persimpangan hanya mempunyai satu waktu siklus dengan waktu fase tertentu serta mempunyai satu sampai tiga waktu koordinasi yang memungkinkan. Seluruh fungsi diatur di persimpangan lokal dan pengontrolan dipersimpangan utama.

2. Pengaturan dengan tiga waktu siklus

Pada sistem ini terdapat tiga waktu siklus dengan masing-masing mempunyai waktu fase tertentu serta mempunyai tiga waktu koordinasi yang memungkinkan.

2.2.3. Rencana Pengaturan Waktu Dipengaruhi Lalulintas

Pengaturan waktu dengan cara ini dihitung dari data yang berasal dari detektor dengan menggunakan komputer. Ini merupakan pengaturan waktu yang berubah setiap saat, karena pengaturan lampu lalulintas dihitung kembali dari data arus lalulintas yang baru diterima dari detektor. Pengaturan lampu lalulintas dengan cara ini membutuhkan biaya yang besar serta perangkat keras dan lunak yang cukup rumit. Pengaturan lampu lalulintas akan berubah dengan sendirinya sesuai dengan perubahan volume lalulintas. Sistem dapat dimanfaatkan untuk meminimumkan antrian dan tundaan dengan koordinasi lampu lalulintas pada jalan arteri satu arah, dua arah dan jaringan daerah (*area network*).

2.2.4. Parameter Perencanaan Waktu.

Koordinasi lampu lalulintas suatu jaringan jalan meliputi perhitungan waktu siklus jaringan, waktu hijau tiap persimpangan dan pengaturan lampu lalulintas antar persimpangan atau dikoordinasi. Data yang diperlukan untuk perhitungan adalah :

1. Jaringan jalan dimana terdapat pergerakan dan persimpangan (digambarkan dengan *link* dan *node*)
2. Jarak pergerakan antar persimpangan, yaitu dari garis henti ke garis henti
3. Kecepatan rata-rata iringan kendaraan / *platoon* dengan kondisi tidak terganggu (kecepatan normal sesuai kondisi geometrik dan lingkungan.)
4. Volume arus lalulintas pada masing-masing persimpangan
5. Karakteristik pergerakan dan penyebaran iringan kendaraan / *platoon*.

2.2.5. Pola pengaturan Koordianasi Lampu Lalulintas

Ada beberapa klasifikasi pola lampu lalulintas yang dapat diterapkan yaitu :

1. Sistem Simultan

Seluruh lampu lalulintas pada sistem ini menunjukkan indikasi waktu siklus dan fase yang sama setiap waktu, hingga selisih awal waktu hijau antar persimpangan sama dengan nol. Kecepatan kendaraan agar tiba di tiap-tiap persimpangan pada waktu lampu menyala hijau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V = L / C \quad ..(2.1)$$

Keterangan : V = Kecepatan kendaraan dalam m/det

C = Waktu siklus dalam detik

L = Jarak antar persimpangan, biasanya diukur dari garis stop lengan simpang ke garis stop lengan simpang yang lain.

2. Sistem Alternatif

Pada waktu yang bersamaan lampu lalulintas dari suatu jalan pada sistem alternatif menunjukkan indikasi yang berbalikan. Sistem ini terbagi dua yaitu :

a. Sistem Alternatif Tunggal

Tiap lampu lalulintas menunjukkan indikasi yang berlawanan dengan lampu dari simpang sebelumnya. Hubungan antara kecepatan, waktu siklus, dan jarak antara persimpangan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$V \cdot C/2 = L \quad ..(2.2)$$

$$V = 2 L / C$$

b. Sistem Alternatif Ganda

Tiap dua persimpangan yang berdekatan dibuat berpasangan dan dijalankan secara simultan. Tiap pasangan menunjukkan indikasi berlawanan dengan pasangan persimpangan sebelumnya. Hubungan antara kecepatan, waktu siklus, dan jarak antara persimpangan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$V \cdot C/2 = 2L \quad \dots(2.3)$$

$$V = 4L / C$$

3. Sistem Progresif Sederhana

Dalam sistem ini seluruh koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan dibuat berdasarkan kendaraan yang masuk persimpangan dan direncanakan agar kendaraan-kendaraan tiba di persimpangan berikutnya pada waktu hijau. Koordinasi ditentukan dari pembagian jarak persimpangan dengan kecepatannya. Sistem ini lebih efisien dibanding dua sistem sebelumnya tapi kurang fleksibel menangani aliran kendaraan yang bervariasi.

4. Sistem Progresif Fleksibel

Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem progresif sederhana dimana ditentukan beberapa waktu operasi dalam satu hari sesuai dengan kondisi lalu lintas, misalnya kondisi jam puncak dan kondisi normal.

2.3. TRANSYT

Perhitungan koordinasi lampu lalu lintas dengan metoda *Green Wave* yang akan disusun pada tesis ini menggunakan alat bantu komputer dengan menggunakan paket program TRANSYT (*TRAffic Network Study Tool*). Paket program ini dikeluarkan oleh *Transport and Road Research Laboratory* (Inggris).

Elemen utama pada TRANSYT terbagi dua yaitu :

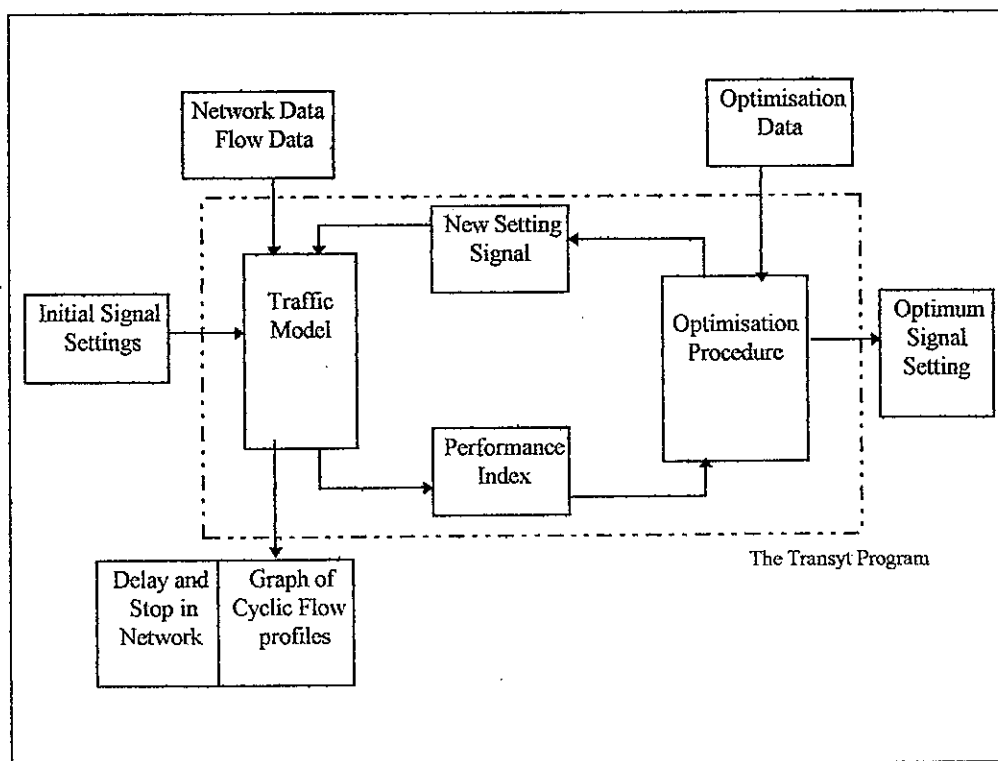
1. Model lalu lintas

Model ini memprediksi *Performance Index* (PI) untuk setiap *Fixed Time*. *Performance Index* adalah ukuran total harga kemacetan lalu lintas yang diekspresikan sebagai total waktu tundaan dan berhenti (stop) kendaraan.

2. Optimasi pengaturan lampu lalu lintas antar persimpangan.

Pada bagian ini dikenal istilah *Stage Change Time*, yaitu waktu saat berakhirnya suatu fasa untuk memulai fasa berikutnya. *Offset* adalah *Stage Change Time* untuk fasa pertama. Jika *offset* suatu *node* (simpang) dikurangi dengan *offset* didekatnya, maka selisihnya merupakan waktu dimana siklus suatu *node* (simpang) dimulai relatif terhadap *node* (simpang) lainnya.

Struktur program Transyt adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Struktur Program Transyt
Sumber : User Guide to Transyt (TRRL LR 888)

2.3.1. Asumsi yang digunakan Transyt

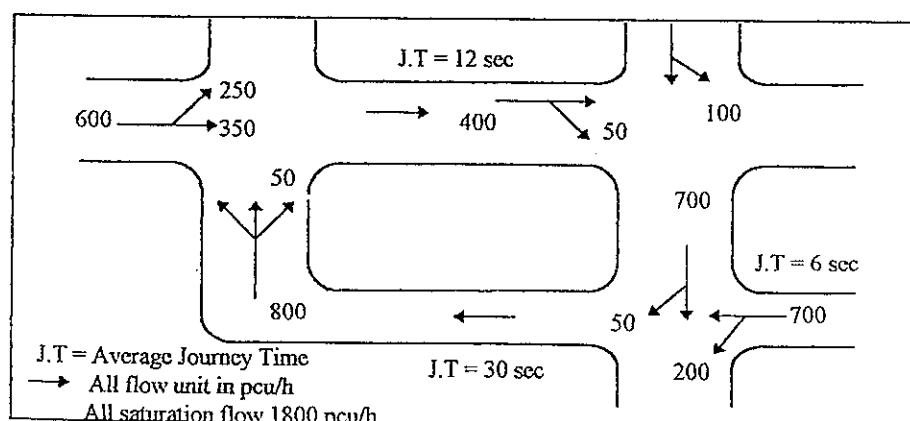
Transyt menggunakan asumsi sebagai berikut:

1. Seluruh persimpangan diatur oleh lampu lalu lintas (atau diatur dengan prioritas).
2. Seluruh lampu mempunyai waktu siklus yang sama atau setengah dari harga ini, serta pembagian fase dan periode minimumnya diketahui.
3. Arus lalu lintas di persimpangan dan distribusinya dalam perioda tertentu diketahui dan dianggap tetap.

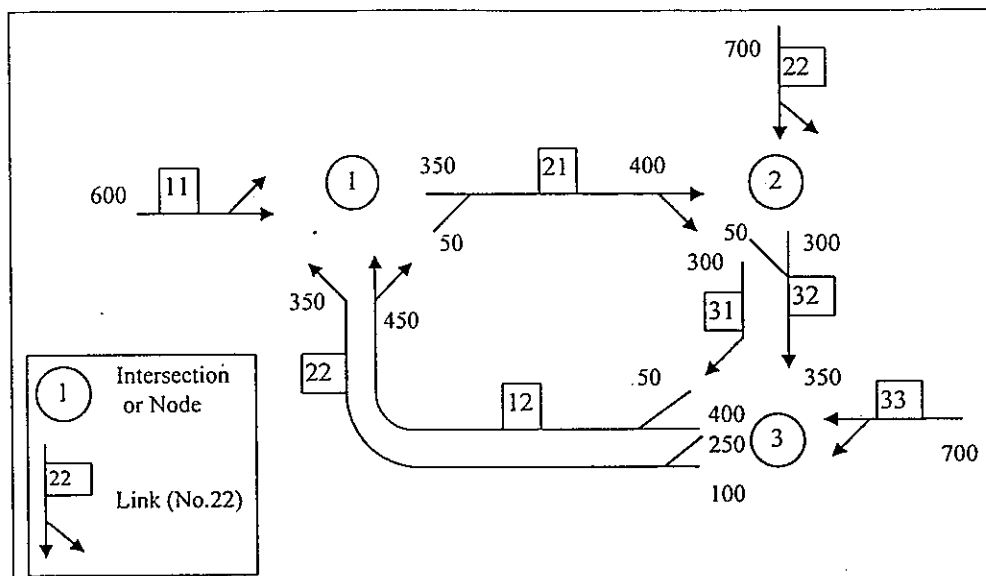
2.3.2. Jaringan Jalan

Pada area yang diteliti, setiap persimpangan dengan lampu lalu lintas dinyatakan sebagai *node* dan jaringan jalan yang menghubungkan *node* dinyatakan dengan *link* yang menggambarkan arah pergerakan arus lalu lintas menuju *node*. *Link* dapat menyatakan satu lajur lalu lintas atau lebih, dan lalu lintas pada satu lengan dapat dinyatakan oleh satu *link* atau lebih. Secara umum satu *link* diperlukan untuk suatu arus yang cukup berarti atau arus lalu lintas belok kanan dengan lampu terpisah

Untuk menggambarkan metoda penyajian jaringan jalan, gambar 2.3 menunjukkan jaringan jalan “segitiga” sederhana, dan gambar 2.4 menunjukkan diagram *node* dan *link*. Tingkat arus rata-rata dalam jam dan pergerakan dalam satuan mobil penumpang per jam.



Gambar 2.3 Jaringan dan Arus Lalu lintas
Sumber : User Guide to Transyt (TRRL LR 888)

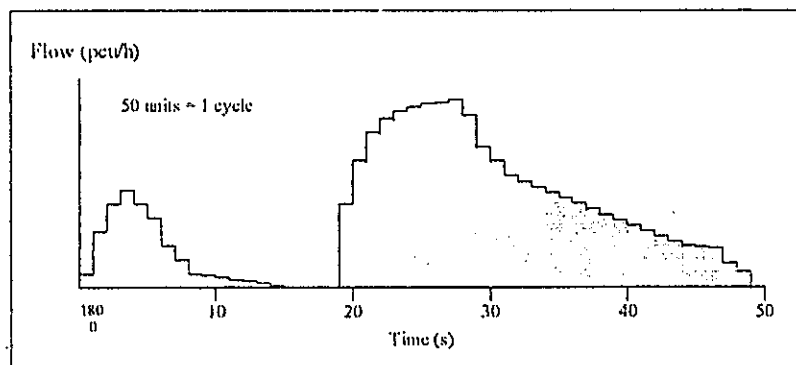


Gambar 2.4 Diagram Links dan Nodes
Sumber : User Guide to Transyt (TRRL LR 888)

2.3.3. Cyclic Flow Profiles

Waktu siklus yang sama dari lampu dibagi dalam sejumlah interval yang sama disebut *steps*, umumnya 1 sampai 3 detik. Semua perhitungan Transyt dibuat berdasarkan nilai rata-rata dari arus lalu lintas, pergerakan membelok, dan antrian, yang diharapkan terjadi setiap *step* dari waktu siklus. Suatu contoh dari arus lalu lintas rata-rata di link saat sampai di garis stop ditunjukkan pada gambar 2.5. *Cyclic flow profiles* dapat ditentukan sebagai *output* pilihan dari Transyt. Dalam *Transyt traffic model*, semua perhitungan dilakukan dengan memanipulasi bentuk histogram dan perhitungan tidak dilakukan untuk masing-masing kendaraan. Hampir semua perhitungan diasumsikan bahwa *profile* ini berulang selama satu waktu siklus. Dalam praktek, *flow profile* selama satu waktu siklus akan bervariasi terhadap rata-rata karena sifat tiap-tiap kendaraan yang acak

Dalam program Transyt menggunakan satuan 1-detik untuk *signal timing*. Ini menyebabkan *signal timing* dioptimasi dengan *1-second resolution*, sedangkan arus lalu lintas dinyatakan dengan *cyclic flow profile* berdasarkan pada *1-step resolution*.



Gambar 2.5 Histogram Arus Lalulintas .
Sumber : User Guide to Transyt (TRRL LR 888)

2.3.4. Tingkah Laku dalam Pergerakan (*Link*)

Perhitungan tingkah laku lalulintas di dalam suatu link didasarkan pada manipulasi dari tiga jenis cyclic flow profiles sebagai berikut :

1. *In Profile* : pola lalu lintas yang akan mencapai garis stop pada akhir hilir dari link jika lalulintas tidak terganggu oleh lampu pada garis stop;
2. *Out Profile* : pola lalulintas yang meninggalkan link;
3. *Go Profile* : pola lalulintas yang akan meninggalkan garis stop jika ada cukup lalu-memenuhi hijau.

Lalulintas yang mengalir pada link didapat dengan mengambil perbandingan yang sesuai dari *Out Profile* dari link hulu. Profil lalu lintas yang masuk link akan dinyatakan dalam waktu dan dimodifikasi selama perjalanan sepanjang link karena kecepatan masing-masing kendaraan dan *platoon* kendaraan sebagian akan tersebar. Kelonggaran dibuat untuk penyebaran dengan menerapkan bentuk eksponensial halus pada lalu lintas yang akan datang. Tingkat kehalusan adalah fungsi dari 'waktu jelajah' melalui link. Waktu rambat dispesifikasikan terpisah dari setiap sumber arus masuk. Gambar 2.6 melukiskan proses penghalusan (*dispersion*), dan hubungan yang dipakai untuk menurunkan bagian *In Profile* hilir dari suatu *Out Profile* hulu adalah :

$$q^I_{(k+1)} = F \cdot q_k \cdot p + (1 - F) \cdot q^I_{(k+1+1)} \quad (2.5)$$

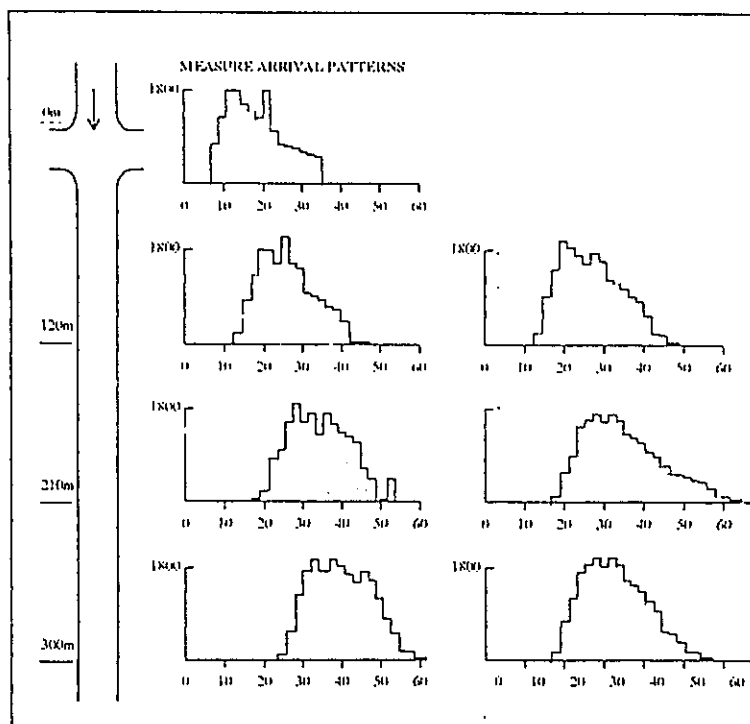
Keterangan: q^I_k = arus dalam *step k dari In profile*

q_k = arus dalam *step k dari Out profile*

p = proporsi *Out flow* yang masuk link ini

$t = 0.8$ dikali waktu rambat rata-rata sepanjang penyebaran itu dihitung

$F = 2/(1+0.35t)$ adalah faktor penghalusan yang sesuai untuk Inggris.



Gambar 2.6 Contoh Dispersion Pengukuran dan Perkiraan di Link
Sumber : User Guide to Transyt (TRRL LR 888)

Jumlah kendaraan (m_i) yang ada pada garis stop selama interval i dihitung dengan rumus :

$$m_i = m_{i-1} + q_i - s_i \text{ atau nol, dipilih yang lebih besar} \quad (2.6)$$

Keterangan: q_i = jumlah kendaraan yang datang dalam interval i (sebagai *In profile*)

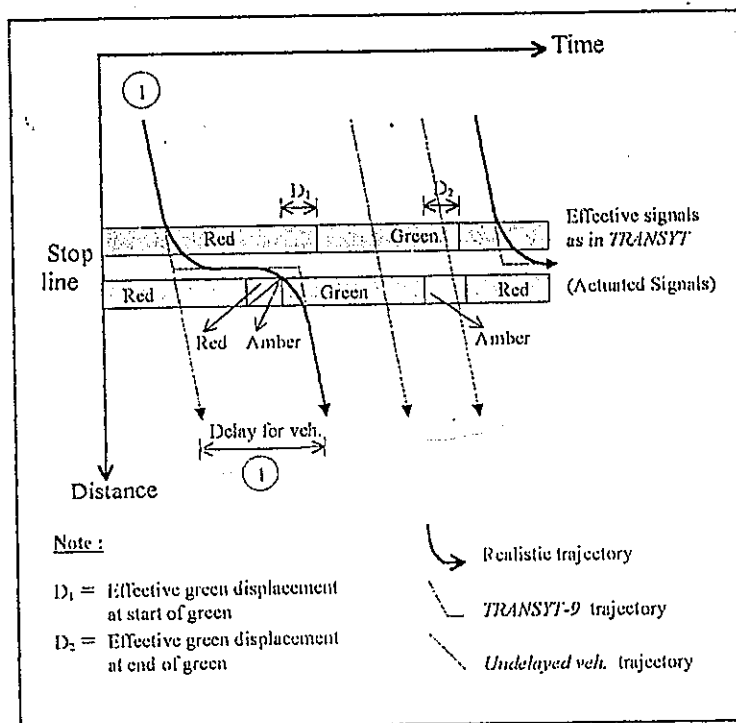
s_i = jumlah kendaraan maksimum yang dapat meninggalkan selama interval i (*Go profile*)

Jumlah kendaraan (o_i) yang lepas selama interval waktu i adalah :

$$o_i = m_{i-1} + q_i - m_i \quad \dots(2.7)$$

Persamaan 2.6 dan 2.7 digunakan oleh program komputer untuk menurunkan *Out profile* perhitungan dengan menggunakan *In profile*, *Go profile* dan *Out profile* diulang pada setiap link untuk dua waktu siklus. Dimulai dengan asumsi tidak ada antrian di garis stop, tingkah laku dimodelkan untuk waktu siklus pertama guna mendapatkan kondisi antrian awal untuk waktu siklus kedua, disebut waktu siklus *typical*

Transyt menyederhanakan tingkah laku lalu lintas dengan mengasumsikan bahwa kendaraan di link tidak mengalami tundaan sampai mencapai garis stop di mana kendaraan lepas selama waktu hijau efektif dengan percepatan seketika sampai kecepatan jelajah di link hilir. Penyederhanaan tingkah laku lalu lintas digambarkan dalam gambar 2.7 dengan jejak dalam waktu dan jarak dari kendaraan 1. Terlihat bahwa tundaan adalah sama dengan waktu yang digunakan dalam antrian Transyt.



Gambar 2.7. Penyederhanaan Tingkah Laku Lalu Lintas dalam Transyt
Sumber : User Guide To Transyt (TRRL LR 888)

2.3.5. Tundaan

Tundaan total pada suatu link merupakan jumlah tundaan seluruh kendaraan yang menggunakan link tersebut selama perioda tertentu. Biasanya dinyatakan dalam *smp-jam/jam*. Pada program Transyt tundaan dapat dibedakan atas :

1. *Uniform delay*, yaitu tundaan yang seragam, yang terjadi pada waktu memasuki *link* tidak melebihi kapasitas (derajat kejenuhan < 1). Tundaan seragam adalah tundaan yang pasti terjadi untuk setiap waktu siklus tertentu.
2. *Random delay*, yaitu kelebihan dari tundaan seragam yang terjadi akibat arus masuk melebihi kapasitas, atau lamanya waktu hijau tidak dapat melewati seluruh kendaraan sehingga membentuk antrian pada awal merah berikutnya.
3. *Oversaturation delay*, yaitu tundaan yang terjadi akibat kedatangan rata-rata melebihi jumlah yang dapat dilepaskan oleh fasa hijau yang menyebabkan rata-rata antrian kendaraan meningkat setiap waktu siklus sebanyak kelebihan kendaraan selama periode jenuh. Tundaan lewat jenuh dihitung sebagai nilai rata-rata dari antrian lewat jenuh pada periode tertentu. Perlu dicatat bahwa antrian adalah nol pada awal periode dan dua kali rata-rata pada akhir periode.

Gambar 2.8 menunjukkan, dalam keadaan khusus, yaitu tiga elemen tundaan di atas bervariasi terhadap arus kedatangan pada *link* sehingga derajat kejenuhan meningkat.

Transyt menghitung ketiga elemen tersebut dengan persamaan :

$$\text{Random + Oversaturation delay rate} = T/4 \{ [f-F]^2 + 4f/T \}^{1/2} + (f+F),$$

smp-jam/jam ..(2.8)

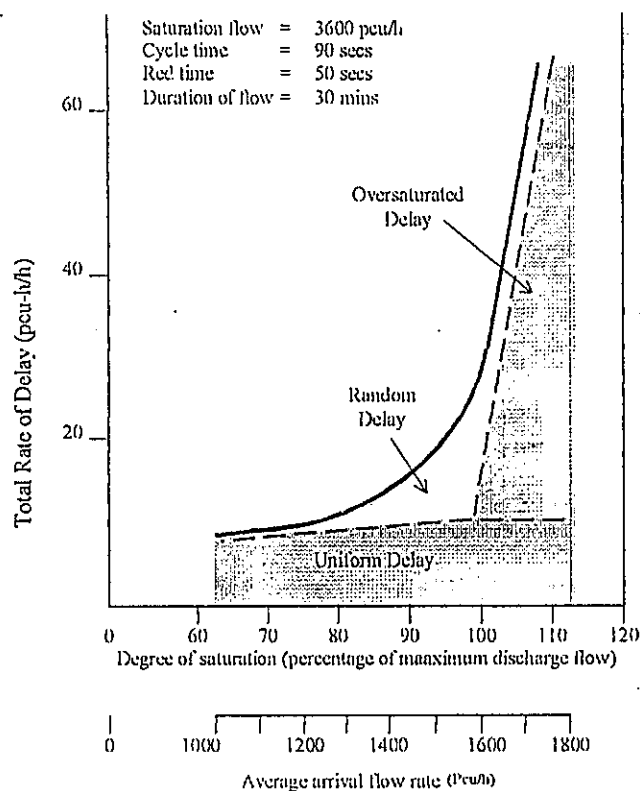
Keterangan : f = arus kedatangan rata-rata pada *link* (*smp/jam*)

F = arus maksimum yang dapat lepas dari *link* (*smp/jam*)

T = lamanya kondisi arus diperhitungkan (jam)

Dalam keadaan $f = F$ mendekati sama, tingkat tundaan acak sangat sensitif pada

kesalahan kecil dalam nilai arus. Sebagai contoh dalam gambar 2.8 kenaikan dalam derajat kejenuhan dari 95% ke 100% akan meningkatkan tundaan acak sebesar 80%. Meskipun ada batas praktis pada ketepatan data yang dapat dicapai dan perkiraan *random delay* mungkin diharapkan cukup berbeda dari nilai sebenarnya pada *link* yang mendekati 100% jenuh.



Gambar 2. 8 Tundaan lalu lintas di *link*/simpang
Sumber : *User Guide to Transyt* (TRRL LR 888)

Walaupun perkiraan *random delay* dan *oversaturation delay* sesuai dengan sifat lalulintas sebenarnya, ini juga menghalangi optimasi sinyal dalam memilih lamanya hijau yang mempunyai kapasitas cadangan kecil atau tidak ada kapasitas cadangan. Ini adalah penting dimana waktu hijau pada jalan samping memerlukan pengurangan untuk memberikan koordinasi yang lebih baik sepanjang jalan arteri utama. Dengan adanya pengurangan hijau untuk jalan samping, *random-plus-oversaturation delay* meningkat harus menjaga optimiser untuk tidak memilih waktu hijau yang terlalu pendek.

2.3.6. Stop

Transyt menghitung tingkat total dimana kendaraan dipaksa *stop* pada *link* sehingga penjumlahan '*uniform*' dan '*random-plus-oversaturation*' *stop rates*. Seperti pada tundaan, komponen *uniform* ditentukan dari *cyclic flow profiles* pada komponen *random-plus-oversaturation* yang dihitung dengan persamaan sederhana. Semua lalulintas yang mengalami *uniform delay* memberikan kontribusi pada *uniform stop rate*.

Transyt memperhitungkan kecepatan rambat pada masing-masing *link* dan menghitung sebagian *stop*, lalulintas yang mengalami tundaan kecil, dan lalulintas yang mengalami tundaan sampai tempat perhentian, diakumulasikan sebagai '*equivalent full-stop*' untuk menyediakan komponen *uniform stop rate* bagi *link*. Transyt memasukkan perkiraan *stop* tambahan yang disebabkan karena variasi dalam kedatangan lalulintas dari waktu siklus ke waktu siklus, dan juga disebabkan karena kenaikan tetap antrian *oversaturation* pada *link* oleh kedatangan rata-rata melebihi kapasitas. *Random-plus-oversaturation delay rate* dapat dilihat sebagai jumlah smp rata-rata dalam antrian pada awal periode merah. Dengan asumsi bahwa semua smp *stop* setiap kali lampu menjadi merah, kemudian jumlah *stop* rata-rata per smp dapat diperkirakan dengan membagi antrian *start-of-red* rata-rata terhadap jumlah smp rata-rata yang lepas dari *link* selama waktu hijau. Perbandingan ini adalah jumlah periode merah rata-rata dimana setiap smp harus menunggu sebelum melintas *stopline* dan karena itu sama dengan jumlah *random-plus-oversaturation stop* rata-rata per smp.

2.3.7. Double Cycling and Repeat Greens

Lampu lalulintas (*node*) dalam jaringan koordinasi, semuanya diatur dengan waktu siklus yang sama. Pada setiap *node* periode lampu menerima hijau hanya satu kali selama satu siklus. Waktu siklus yang sama tersebut harus cukup panjang untuk memberikan kapasitas yang cukup pada semua *node* dan karena itu beberapa *node* jarang beroperasi

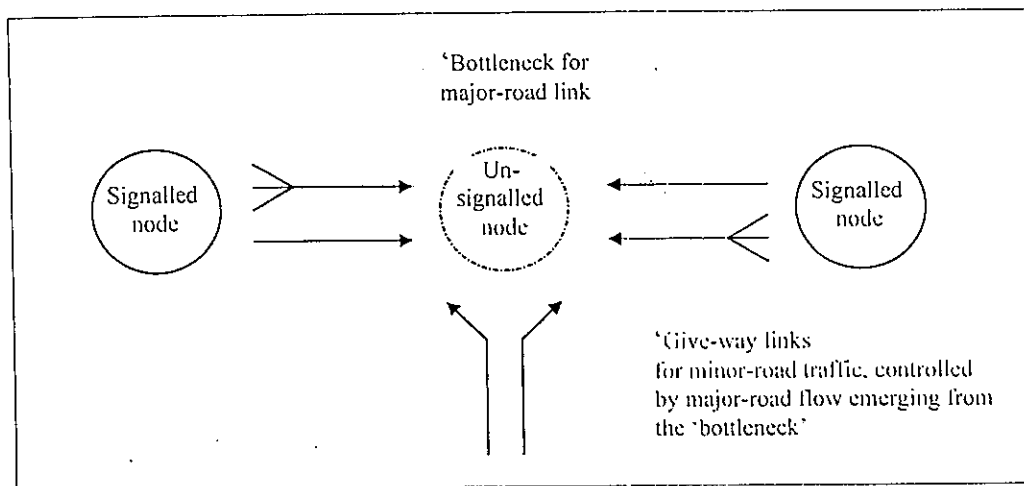
pada waktu siklus yang lebih panjang dari pada yang diperlukan jika dioperasikan sebagai lampu lalu lintas tunggal. Ada beberapa cara dari Transyt untuk memperbaiki keadaan ini. Beberapa *node* dapat diatur beroperasi pada waktu siklus yang setengah dari waktu siklus jaringan jalan; ini disebut sebagai '*double cycling*'. *Double cycling* sering kali mengurangi tundaan jaringan jalan secara keseluruhan. Pengaruh dari *double cycling* pada *node* tertentu dapat dites dengan menjalankan program Transyt berulang kali dengan cara *single cycling* dan kemudian *double cycling* pada *node* yang diperlukan.

2.3.8. Give-way Situations

Beberapa jaringan jalan biasanya ada persimpangan tanpa lampu lalu lintas yang pengaturannya dilakukan dengan peraturan prioritas. Pada persimpangan ini arus lalu lintas yang mempunyai prioritas utama tidak mengalami tundaan dan disebut *controlling link*.

Tingkat pelepasan lalu lintas dari jalan minor tergantung pada arus *controlling link*. Arus maksimum yang dapat meninggalkan *give-way link* dihitung sebagai fungsi dari arus pada satu atau dua *controlling link*. Dari perhitungan ini dihasilkan *Go profile* dari *give-way link* untuk mendapatkan tundaan, jumlah *stop*, dan *out profile*. Fasilitas yang sama dapat digunakan untuk menyatakan arus pada link yang harus memberi prioritas pada arus yang berlawanan. Kondisi ini sering kali terjadi di persimpangan dimana arus belok kanan tanpa lampu tersendiri.

Gambar 2.9 menunjukkan dua contoh dari hubungan linear antara arus lalu lintas utama (*controlling*) dan arus lalu lintas minor (*give-way*). Gambar 2.9 memberikan penyajian Transyt untuk persimpangan tiga kaki yang diatur dengan prioritas. Persimpangan dinyatakan sebagai *bottleneck* untuk lalu lintas jalan utama, dengan demikian menyediakan *cyclic flow profile* untuk mengontrol *link* jalan minor



Gambar 2.9. Penyajian Persimpangan dengan Prioritas dalam Transyt
Sumber : User Guide to Transyt (TRRL LR 888)

2.3.9 Fasilitas Optimasi dalam Transyt

Optimasi dalam Transyt meliputi perencanaan waktu tetap (*fixed time signal plans*) untuk meminimumkan *Performance Index*. Optimasi yang dilakukan adalah *offset* dan waktu hijau di tiap persimpangan.

1. *Performance Index*

Kriteria performance, dinyatakan dengan *performance index*, merupakan kombinasi dari tundaan dan jumlah *stop* dari semua *link* dalam jaringan, dan merupakan pengukuran biaya dari kemacetan. *Performance index* (PI) didefinisikan sebagai berikut :

$$PI = \sum_{i=1}^N (W \cdot w_i \cdot d_i + \frac{K}{100} k_i \cdot s_i) \quad ..(2.9)$$

Keterangan : N = Jumlah *link*

W = Biaya per kelambatan (smp/j) rata-rata

K = Biaya tiap 100 smp jumlah *stop*

w_i = Bobot kelambatan pada *link* i

d_i = Kelambatan pada *link* i, smp-j/j

k_i = Bobot stop pada *link* i

s_i = Jumlah *stop* pada *link* i, dalam satuan 100-jumlah *stop*.

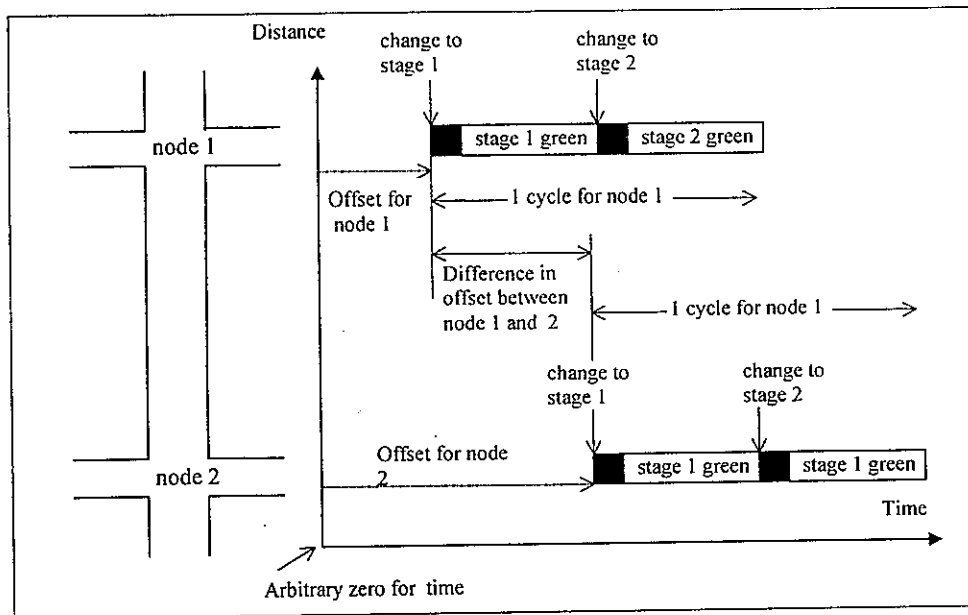
Transyt *signal optimizer* bertujuan meminimumkan PI dengan mengusahakan meminimumkan tundaan dan jumlah *stop* menjadi sekecil mungkin, ini dimaksudkan bahwa setiap kendaraan yang mendekati lampu lalulintas akan mendapatkan hijau dan akan mencapai tujuan tanpa mengalami tundaan dan *stop* sehingga waktu tempuh minimum. Transyt *optimizer* menghasilkan *multi-directional 'green waves'*. Dalam kenyataannya tidak mungkin menghilangkan semua tundaan atau *stop* di dalam jaringan lampu lalulintas, tetapi nilai minimum secara otomatis akan dipilih oleh Transyt program.

2. Optimasi *Signal Offsets* (SO).

Untuk melakukan koordinasi antar persimpangan dengan lampu adalah perlu untuk mempunyai perjanjian yang menghubungkan waktu hijau dari suatu persimpangan dengan persimpangan lainnya di dalam jaringan jalan. Dalam Transyt hal ini dicapai dengan menghubungkan semua *stage change time* ke waktu nol seperti ditunjukkan dalam gambar 2.10. *Stage change time* di persimpangan adalah waktu dimana indikasi hijau pada satu fase pertama dimulai. Dengan cara ini *offset* dianggap sebagai awal dari waktu siklus untuk *node* yang diperhatikan, dimana waktu siklus muncul dengan perubahan ke fase pertama dan terus sampai fasa yang lain. Jika nilai *offset* di satu *node* dikurangi *node* yang berdekatan, 'perbedaan dalam *offset*' menentukan awal dari waktu siklus di satu *node* relatif terhadap yang lain dan juga menentukan koordinasi sepanjang *link* yang menghubungkan dua *node*.

Untuk mencapai *performance index* minimal, *Signal Offset* melakukan optimasi dari *offset* dan fase dengan proses *hill climbing*. Pertama Transyt menghitung *performance index* dari jaringan untuk pengaturan waktu awal. Kemudian *offset* dirubah dengan satu satuan waktu dan hitung kembali *performance index* jaringan. Jika *performance index* berkurang, maka *offset* dirubah dengan arah yang sama dengan satu satuan waktu yang

sama, sampai *performance index* minimum tercapai. Jika perubahan awal meningkatkan *performance index*, *offset* dirubah dengan arah yang berlawanan sampai nilai *performance index* minimum dicapai. Perubahan *offset* dilakukan untuk setiap *node*, secara berurutan dengan satuan waktu yang sama, diulang beberapa kali untuk mendapatkan pengaturan lampu terakhir.



Gambar 2.10 Penggambaran istilah *Offset* dan perbedaan dalam *Offset*
Sumber : User Guide to Transyt (TRRL LR 888)

3. Optimasi Lampu Hijau

Selama optimasi *offset*, semua waktu perubahan fase di *node* bergeser secara beraturan, dengan hasil bahwa waktu hijau yang ditetapkan untuk setiap fase dirubah. Transyt juga mampu mengoptimasi lamanya waktu hijau untuk berbagai fase dengan menggeser waktu perubahaan fase secara individu, untuk mengurangi *performance index* jaringan.

4. Initial Equisat Setting

Fasilitas ini ada jika diperlukan untuk menggantikan kebutuhan pemakai untuk menyediakan pengaturan waktu awal ini. Waktu hijau untuk berbagai fasa *node* diatur oleh

Transyt sehingga tingkat kejenuhan di titik pertemuan kritis adalah sama disebut *Equisat Settings*. *Offset* untuk perubahan waktu dari fasa 1 diasumsikan nol kecuali ditetapkan.

5. Node Group

Node mungkin dikelompokkan dalam grup sehingga offsetnya dirubah bersama dan tidak secara individu. Ini dapat digunakan jika area terlalu luas untuk dioptimasi dalam satu kali running komputer dan area harus dibagi ke dalam sub-area. *Node* di perbatasan antara sub-area dapat dioptimasi mula-mula sebagai bagian dari sub-area dan kemudian sebagai grup dalam optimasi dari sub-area yang berdekatan.

2.3.10 Jarak Perjalanan Total (*Total Distance Travelled*)

Ini adalah hasil dari total arus memasuki link dan panjang link, dijumlahkan untuk seluruh link. Jika beberapa link dalam jaringan sudah lewat jenuh, sejumlah lalulintas tidak akan dapat berjalan ke link hilir, akibatnya, angka total jarak akan dapat kurang dari yang akan terjadi jika tidak lewat jenuh.

2.3.11 Waktu Tempuh Total (*Total Time Spent*)

Ini adalah hasil dari arus didalam link dan jumlah waktu tundaan rata-rata ditambah waktu jelajah rata-rata, dijumlahkan untuk seluruh link. Pengertian lain angka ini adalah jumlah rata-rata keberadaan kendaraan dalam jaringan selama periode tertentu. Sejumlah kendaraan akan mengalami antrian, sisanya akan berjalan diantara persimpangan

2.3.12 Kecepatan Rata-Rata (*Mean Journey Speed*)

Kecepatan perjalanan rata-rata menurut buku *Users Guide to Transyt8* adalah termasuk rekapitulasi jaringan (*network summary*). Hasil lain yang termasuk rekapitulasi jaringan adalah Jarak perjalanan total, Waktu tempuh total dan Indeks kinerja total (PI).

Kecepatan perjalanan rata-rata adalah jarak perjalanan total yang ditempuh dibagi dengan waktu tempuh total, yang memberikan suatu kecepatan rata-rata yang menggambarkan kecepatan perjalanan yang khusus dalam jaringan.

2.3.13 Estimasi Pemakaian Bahan Bakar

Transyt menyediakan fasilitas untuk memperkirakan pemakaian bahan bakar dalam suatu jaringan jalan. Perkiraan pemakaian bahan bakar ini berdasarkan lalu lintas normal Inggris dimana program dibuat, yaitu lalulintas dengan komposisi mobil penumpang 82 %, kendaraan ringan (umum) 9 %, sepeda motor 1 %, bus dan kendaraan sedang/berat 8 %.

Perkiraan pemakaian bahan bakar terdiri dari tiga komponen, yaitu :

- a. Pemakaian selama perjalanan pada kecepatan normal (tanpa tundaan dan berhenti) antara garis berhenti suatu persimpangan ke garis berhenti persimpangan lain dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = 17 - 0,455 v + 0,0049 v^2, \quad (\text{liter}/100 \text{ smp-km})$$

keterangan : v = kecepatan,

- b. Tambahan bahan bakar selama mengalami tundaan, diasumsikan sebesar :

$$F = 1,4 \text{ (liter/smp-jam tundaan)}$$

- c. Konsumsi bahan bakar saat akan berhenti dan memulai untuk mencapai kecepatan normal dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = 770 \cdot 10^{-8} v^2 \text{ (liter/smp-berhenti)}$$

Untuk kota dan lokasi lain dapat juga menggunakan persamaan yang sesuai dengan karakteristik dan komposisi lalulintas di tempat bersangkutan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Program Kerja

Pengumpulan data adalah hal penting harus diperhatikan pada penelitian ini, yang membutuhkan waktu, tenaga dan biaya yang cukup besar. Kurangnya persiapan bisa berakibat data yang dikumpulkan tidak dapat atau tidak layak dipergunakan.

Agar penelitian dapat dilaksanakan dengan efektif dan efisiensi, terlebih dahulu harus dipersiapkan program kerja dan langkah-langkah untuk mendapatkan data yang tepat dan benar sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan. Data yang dikumpulkan diharapkan cukup lengkap, sehingga tidak mengganggu penyelesaian penelitian, terutama data yang digunakan sebagai masukan untuk program Transyt.

Program kerja secara umum disajikan pada bagan alir yang terdapat pada Gambar 3.1. Dari bagan alir tersebut program kerja dapat dikelompokkan menjadi Studi (literatur dan lapangan) dan proposal, Pengumpulan data, Pengolahan data, dan Analisa data. Langkah awal yang dilakukan adalah untuk menentukan data apa saja yang diperlukan dan cara mendapatkannya. Cara mendapatkan data untuk penelitian ini terbagi dua :

1. Data primer, yaitu dengan cara survai langsung di lapangan

Untuk mendapatkan data primer, langkah awal adalah survai pendahuluan pada ruas dan persimpangan yang akan menjadi lokasi penelitian. Metoda survai juga perlu dipertimbangkan, misalnya untuk survey volume lalu lintas apakah menggunakan *counter* atau kamera video. Hal ini berkaitan dengan anggaran biaya dan kondisi geometrik. Selain itu survey pendahuluan juga diperlukan untuk mengetahui kondisi lapangan, memudahkan dalam menyusun strategi dan untuk menentukan jumlah serta

lokasi penempatan pencatat data.

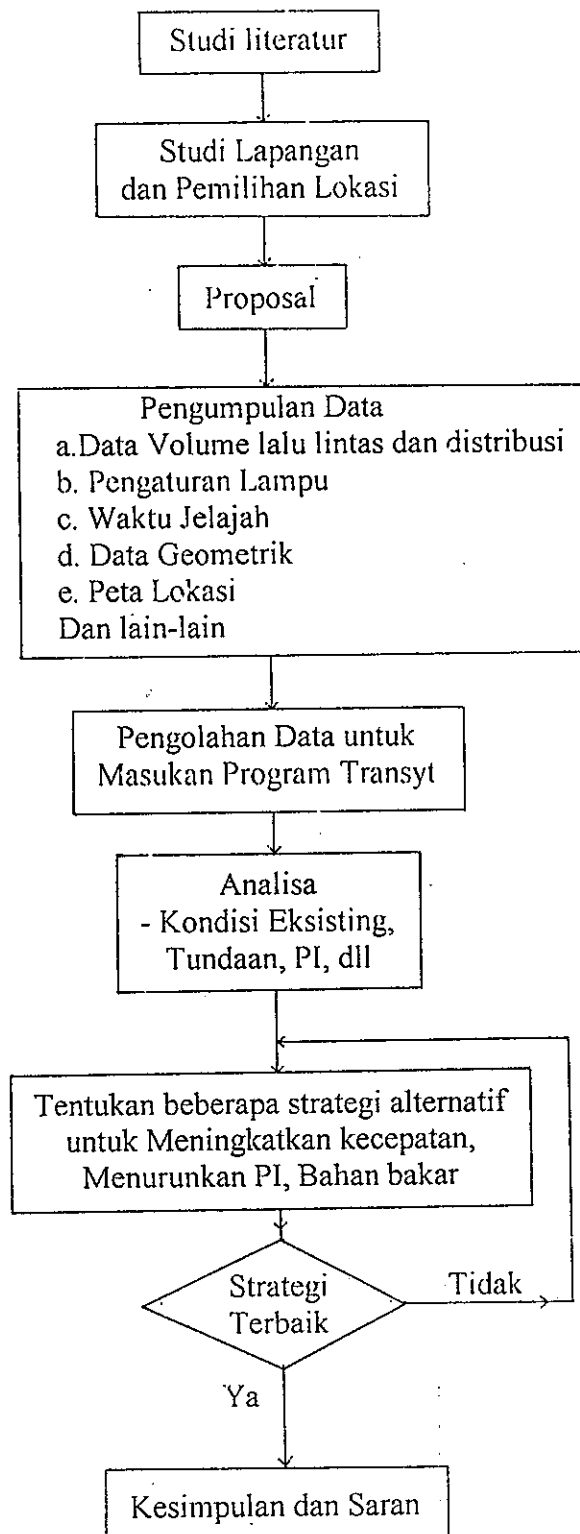
Pada waktu yang telah ditentukan, dilaksanakan survai lapangan untuk pengumpulan data yang meliputi volume lalulintas, distribusi arus, panjang antrian, waktu pengaturan lampu dan lainnya. Jika semua data telah didapat, maka dilakukan koreksi untuk memeriksa apakah masih terdapat kekurangan, hal ini bertujuan agar survey tersebut tidak gagal yang menyebabkan pengulangan dari awal.

2. Data sekunder, dari instansi terkait untuk mendapatkan data yang sudah ada.

Cara untuk mendapatkan data sekunder adalah dengan menghubungi instansi terkait seperti Dinas LLAJR, Dinas PU dan lain-lain. Oleh karena itu juga perlu dipersiapkan surat-menyurat yang ditujukan kepada instansi tersebut. Data yang diharapkan dapat diperoleh dari instansi terkait meliputi data geometrik persimpangan, jarak antar persimpangan, peta lokasi dan lain-lain. Seandainya data tersebut tidak lengkap dilakukan pengukuran langsung di lapangan.

Setelah data lapangan dirasa cukup lengkap, maka data tersebut akan diolah sesuai dengan kebutuhan data input program Transyt, dan selanjutnya analisa kondisi eksisting dan pemilihan strategi untuk optimasi siap dilakukan.

BAGAN ALIR PROGRAM KERJA PENELITIAN



Gambar 3.1. Bagan Alir Program Kerja Penelitian

3.2. Pemilihan Lokasi

Jalan di pusat kota Padang terdiri atas dua ruas utama yaitu jalan Rasuna Said - Sudirman - Bagindo AzizChan dan jalan S. Parman - Veteran - Pemuda, yang merupakan akses untuk menuju kawasan perkantoran, pusat pemerintahan propinsi Sumatera Barat dan pemerintahan kota Padang, kawasan pendidikan (SD, SMP, SMU, perguruan tinggi), bank, dan pusat bisnis Pasar Raya.

Sebagaimana terlihat pada Gambar 3.2 bahwa jalan Rasuna Said - Sudirman - Bagindo AzizChan, terdapat 6 buah simpang yang dikendalikan lampu lalu lintas, dan jalan S.Parman - Veteran - Pemuda terdapat 5 buah simpang yang dikendalikan oleh lampu lalu lintas. Setiap pagi pada hari kerja (Senin-Sabtu) volume kendaraan berada pada kondisi puncak yang berasal dari kawasan pemukiman arah utara dan selatan kota menuju pusat kota yang terletak pada kawasan jalan utama ini. Volume kendaraan paling tinggi dirasakan mulai jam 07.00 WIB sampai 08.30 WIB. Tidak adanya koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan semakin menambah tundaan dan antrian pada beberapa lengan simpang.

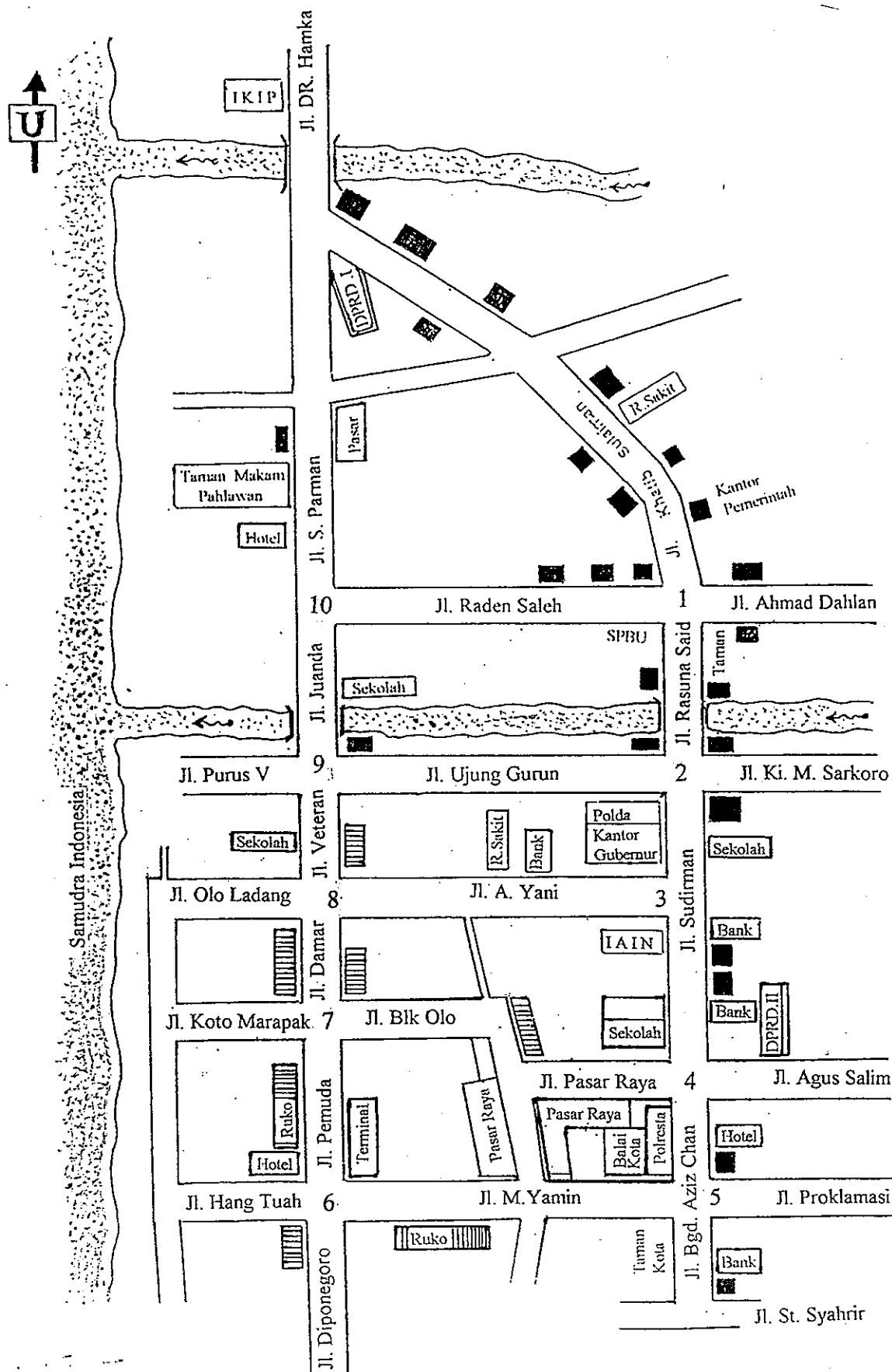
Oleh karena itu ditetapkan bahwa lokasi studi adalah 5 buah persimpangan yang terdapat di sepanjang jalan Rasuna Said-Sudirman-Bagindo Aziz Chan dan 5 buah persimpangan yang terdapat di sepanjang jalan S.Parman-Veteran-Pemuda, yang jarak maksimum satu persimpangan dengan yang lainnya adalah 1,0 Km. Dua ruas jalan ini dihubungkan oleh sebuah jalan pada tiap persimpangannya sehingga membentuk suatu *area* / daerah (persimpangan diberi nomor pada Gambar 3.2).

Beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan lokasi studi adalah sebagai berikut :

1. Jalan Rasuna Said-Sudirman-Bagindo Aziz Chan dan jalan S.Parman-Veteran-Pemuda merupakan jalan utama dan merupakan jalur vital untuk menuju pusat pemerintahan,

pendidikan dan perdagangan.

2. Sistem pengaturan lampu lalu lintas pada masing-masing simpang di sepanjang jalan tersebut masih *isolated traffic* (belum terkoordinasi) yang menyebabkan tundaan dan antrian yang cukup panjang saat menunggu lampu merah terutama pada jam puncak.
3. Jarak antar persimpangan memungkinkan untuk dikoordinasi.
4. Volume lalu lintas yang relatif belum terlalu padat (belum dalam kondisi macet seperti Jakarta), sehingga koordinasi dapat berfungsi dengan baik.
5. Karakteristik pengemudi baik kendaraan umum maupun kendaraan pribadi relatif disiplin (bila dibandingkan dengan kota besar).
6. Jumlah kendaraan yang parkir di badan jalan (*on road parking*) relatif sedikit sehingga mengurangi gangguan terhadap *platoon* / iringan kendaraan.
7. Tersedianya trotoar yang cukup lebar dan baik sehingga pejalan kaki tidak berjalan di sisi jalan.
8. Pemilihan kota Padang sebagai lokasi studi untuk menghemat biaya dan penulis mengenal kotanya.



Gambar 3.2 Lokasi penelitian

3.3. Metoda Survai

3.3.1. Data Lalulintas.

Survai yang berkaitan tentang data lalulintas dilakukan dengan berpedoman pada buku Tata Cara Pelaksanaan Survai Penghitungan Lalulintas Cara Manual yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga. Survai tersebut terbagi tiga yaitu :

1. Survai Arus (Volume, Distribusi dan Panjang Antrian)

Metoda survai untuk mendapatkan data volume dan distribusi dilakukan dengan pencatatan langsung dengan menempatkan 1 atau 2 orang pencatat pada setiap lengan simpang, dan tiap pencatat dilengkapi dengan blanko pengisian. Idealnya, untuk setiap arah pergerakan kendaraan minimum 1 orang pencatat. Metoda memakai survaior/pencatat dipilih karena dirasakan lebih menghemat biaya bila dibandingkan menggunakan kamera video yang harus menyediakan beberapa kamera pada masing-masing simpang pada waktu yang bersamaan. Data lain yang dicatat pada lengan simpang adalah panjang antrian.

Survai direncanakan dilakukan pada hari yang diharapkan dapat mewakili hari-hari kerja, dimana diperkirakan volume lalulintas stabil sehingga dapat diperkirakan gambaran volume dan kondisi lalulintas yang maksimum, misalnya hari Selasa atau Rabu. Sedangkan kondisi lalulintas pada hari libur tidak terlalu padat dan cenderung rendah serta diharapkan dapat diwakili oleh hari kerja.

Dalam satu hari, survai dapat dilakukan penuh dari jam 06.00 pagi sampai 18.00 sore. Survai dapat juga dilakukan pada periode jam-jam sibuk (pagi, siang dan sore), yaitu periode Pagi jam 06.30 sampai 08.30, periode Siang jam 11.30 sampai 14.30 dan periode Sore jam 16.30 sampai 18.00.

2. Survai *Cruise Time*

Survai *Cruise Time* ini dilakukan dengan mengukur langsung waktu tempuh kendaraan dari satu *node* ke *node* yang lain dan dari luar area menuju suatu *node* pada ketiga periode waktu (pagi, siang, sore), dengan 3 kendaraan yang berbeda atau 3 kali dengan kendaraan yang sama. Rata-rata dari data tersebut digunakan sebagai masukan program.

3. Survai *Setting* Lampu Lalulintas

Survai setting lampu dilakukan dengan pengukuran langsung di masing-masing simpang dengan menggunakan *stop watch*. Pengukuran waktu meliputi waktu hijau, kuning, merah, waktu siklus, antar hijau, jumlah fase, dan lainnya. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali, dan untuk masukan program diambil rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut.

3.3.2. Data Geometrik

Data geometrik seperti lebar persimpangan, panjang ruas jalan dan peta lokasi diharapkan bisa didapat dari Dinas LLAJR atau Dinas PU Kota Padang. Seandainya terdapat kekurangan dapat dilakukan pengukuran langsung di lapangan.

3.4. Persiapan Data

Setelah semua data sudah terkumpul maka dilakukan persiapan dan pengolahan data sesuai dengan kebutuhan masukan program Transyt. Data tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Data yang siap dimasukkan ke dalam program tanpa proses penghitungan, yaitu data geometrik persimpangan dan data pengaturan lampu lalulintas. Data geometrik dilengkapi dengan pemberian nama *node* / simpang (biasanya dengan memberi nomor 1,2,3,...dst), pemberian nama tiap *link* pada masing-masing *node*
2. Data yang harus diproses lebih dahulu, yaitu data volume lalulintas dan distribusinya.

Data ini diolah menjadi data Volume lalu lintas dalam smp/jam dan Arus jenuh dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

Untuk memudahkan pengolahan, data di atas disusun dalam bentuk diagram pergerakan / *link* dan dalam bentuk tabel. Kemudian data di atas siap dimasukkan ke program Tansyt.

3.5 Proses Data

3.5.1. Kondisi Eksisting

Program Transyt dijalankan dengan pilihan “Equisat=0” yaitu Transyt tidak melakukan optimasi *setting* lampu / waktu hijau, akan keluar hasil kecepatan rata-rata *mean speed* (km/jam), biaya berhenti / *cost of stop* (\$/jam), biaya tundaan / *cost of delay* (\$/jam) dan indeks kerja / *performance index* (\$/jam), konsumsi bahan bakar / *fuel consumption* (liter/jam). Angka-angka yang dihasilkan/keluaran program akan menggambarkan kondisi eksisting yang belum dikoordinasi. Biasanya kecepatan rata-rata relatif rendah, sedangkan biaya berhenti, biaya tundaan, indeks kerja dan konsumsi bahan bakar relatif tinggi.

Setelah itu program Transyt dapat dijalankan kembali dengan pilihan “Equisat=1”, yaitu Transyt melakukan optimasi *setting* lampu tiap persimpangan dan pilihan “Optimisation=1”, yaitu Transyt akan melakukan koordinasi antar persimpangan. Diharapkan akan keluar hasil / *output* seperti di atas, dengan hasil yang lebih baik. Dengan cara ini dapat dianalisa kinerja kondisi eksisting baik sebelum maupun sesudah dioptimasi.

3.5.2. Strategi Alternatif

Untuk mendapatkan hasil yang terbaik dipilih beberapa strategi alternatif dengan dasar pertimbangan :

1. Kecepatan rata-rata / *mean speed* diusahakan semaksimal mungkin
2. Biaya tundaan, biaya berhenti, *performance index* dan konsumsi bahan bakar diusahakan seminimal mungkin.

Data masukan program tetap sama dengan kondisi eksisting namun dilakukan pilihan perobahan input-input berikut :

1. Waktu siklus jaringan ditetapkan sendiri oleh operator dengan beberapa variasi waktu, misal 90 detik, 100 detik, 120 detik, dan lainnya. Masing-masing variasi waktu akan menghasilkan indeks kinerja yang berbeda.
2. Variasi waktu siklus, yaitu sistem waktu siklus tunggal atau ganda. Hal ini untuk mengetahui apakah dengan membagi dua waktu siklus dapat menurunkan indeks kinerja pada masing-masing persimpangan.
3. Lakukan perbaikan geometrik dengan cara penggeseran marka agar lebar lajur relevan dengan volume kendaraan. Efisiensi ruang jalan dapat dilakukan dengan cara menyesuaikan volume kendaraan dengan angka arus jenuh.
4. Lakukan perubahan fase pada persimpangan untuk mendukung proses koordinasi

Beberapa alternatif di atas akan dijadikan sebagai pertimbangan dalam menentukan strategi-strategi yang mungkin dapat dilakukan, dengan pertimbangan untuk mendapatkan indeks kinerja/*performance index* minimum. Angka indeks kinerja terkecil ditetapkan sebagai strategi terbaik.

BAB IV

SURVAI DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data (Survai)

Untuk melihat dan mengoptimalkan kinerja lalu lintas serta menyesuaikan dengan data input program Transyt, dilaksanakan beberapa survai yang terdiri dari :

1. Survai arus lalu lintas (volume, distribusi, panjang antrian)
2. Survai geometrik
3. Survai lampu lalu lintas
4. Survai waktu Perjalanan
5. Survai karakteristik lalu lintas dan lingkungan persimpangan.

4.1.1. Pemilihan Waktu Survai

Pemilihan waktu survai dimaksudkan agar data yang didapat dari survai tersebut dapat menggambarkan dan mewakili kondisi yang sebenarnya dengan memperhatikan efisiensi baik dari segi biaya, tenaga, maupun waktu. Survai dibagi atas :

1. Survai arus dan survai waktu perjalanan.

Survai dilaksanakan selama tiga periode yaitu periode pagi (07.00-08.00 WIB), periode siang (12.00-13.00 WIB) dan periode sore (16.30-17.30). Survai ini dilaksanakan pada hari Selasa 13 Nopember 2001, yang diharapkan dapat mewakili hari-hari kerja. Pemilihan jam pada periode di atas berdasarkan data penelitian Fauwaz. F (1998), data sebelumnya dan survai pendahuluan yang dilakukan.

2. Survai pengaturan lampu lalu lintas

Survai dilaksanakan dengan pengukuran langsung di lapangan pada tiga periode waktu (pagi, siang dan sore).

3. Survei geometrik dan lingkungan persimpangan.

Survei dilaksanakan dengan pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan.

4.1.2. Pelaksanaan Survei.

1. Survei volume.

Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam survei volume ini adalah :

- a. Metoda survei adalah dengan menggunakan survaior yang mencatat langsung di lokasi (bukan dengan kamera).
- b. Survaior ditempatkan pada masing-masing lengan simpang untuk mencatat volume masing-masing pergerakan. Pada lengan simpang yang mempunyai tiga arah pergerakan (kiri, lurus, kanan) ditempatkan 2 orang survaior.
- c. Klasifikasi tipe kendaraan harus disesuaikan dengan metoda perhitungan untuk mendapatkan arus jenuh yaitu MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997), terdiri dari kendaraan berat, kendaraan ringan, sepeda motor dan kendaraan tak bermotor
- d. Penghitungan jumlah kendaraan untuk setiap waktu hijau.
- e. Penghitungan panjang antrian dan panjang sisa antrian setelah waktu hijau.

2. Survei waktu jelajah (*cruise time*)

Survei waktu perjalanan dilakukan dengan metoda kendaraan, yaitu survaior naik kendaraan dan mencatat waktu kendaraan bergerak dan berhenti pada ruas dan panjang jalan yang telah ditentukan. Kendaraan yang digunakan adalah jenis kendaraan ringan (mobil Kijang Super dan Isuzu Panther). Survaior terdiri atas :

- a. Pergerakan menuju / keluar sistem area, memakai 2 orang survaior,
1 orang pengamat waktu (*stop watch*) dan 1 orang pencatat waktu.

- b. Pergerakan dalam sistem , memakai 3 orang survaior,
1 orang pengamat waktu (*stop watch*), 1 orang pencatat waktu dan 1 orang pengamatan lokasi dan penyebab kalau adanya gangguan.

3. Survei geometrik dan pengaturan lampu lalu lintas

Untuk mendapatkan data geometrik dan pengaturan lampu lalu lintas dilakukan pengukuran langsung di lapangan.

- a. Data geometrik, menggunakan alat ukur panjang / meteran, meliputi :

1. Jarak antar persimpangan (garis stop ke garis stop)
2. Lebar lajur masuk, lebar lajur keluar, lebar lajur belok kiri.
3. Jumlah lajur
4. Median

- b. Data pengaturan lampu lalu lintas, menggunakan alat *stop watch*, meliputi :

1. Waktu siklus
2. Waktu hijau, waktu antar hijau
4. Jumlah fase, pergerakan masing-masing fase

Secara umum survei dapat dikatakan sesuai dengan rencana.

4.2. Pengolahan Data

Setelah semua data terkumpul maka dilakukan persiapan, penyajian dan pengolahan data sesuai dengan kebutuhan penelitian dan program Transyt. Datanya adalah sebagai berikut :

1. Data kondisi dan lingkungan persimpangan (Tabel 4.1).
2. Data jarak persimpangan dan arah arus (Gambar 4.1)
3. Data geometrik persimpangan (Gambar 4.2)
4. Data pengaturan lampu lalu lintas (Tabel 4.2)
5. Data panjang antrian (Tabel 4.3).
6. Data lalu lintas untuk periode Pagi.
 - a. Arus Persimpangan Maksimum pada Waktu Hijau (Tabel 4.4)
 - b. Arus Persimpangan Perjam (kendaraan/jam) (Tabel 4.5)
 - c. Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan (Gambar 4.3) menggambarkan pemodelan arus dalam bentuk pergerakan dan persimpangan (*link* dan *node*).
 - d. Diagram Pergerakan, Arus Jenuh, Persimpangan (Gambar 4.4) menggambarkan pemodelan arus jenuh dalam bentuk pergerakan dan persimpangan (*link* dan *node*)
 - e. Data untuk Masukan Program Transyt (Tabel 4.6)
 - f. Data Siklus dan Fase untuk Masukan Program Transyt (Tabel 4.7)

Data volume arus dan distribusi diolah menjadi bentuk berikut :

- Jumlah arus masing-masing pergerakan (smp/jam).
- Arus jenuh masing-masing pergerakan (smp/jam-hijau)

yang disajikan pada Lampiran A.

Langkah untuk menyusun Masukan/Input Program ini adalah :

- Hitung arus jenuh tiap pergerakan pada masing-masing persimpangan.

- Hitung arus tiap pergerakan pada masing-masing persimpangan.
- Hitung asal arus yang menuju pergerakan/*link* masing-masing persimpangan.
- Ketiga perhitungan di atas dapat diambil dari pengolahan data arus lalu lintas pada Lampiran A.
- Tempatkan pergerakan, jarak antar persimpangan, lebar ruas pergerakan, arus, arus jenuh, fase awal dan akhir waktu hijau, waktu antar hijau dan kecepatan jelajah dalam bentuk tabel, untuk memudahkan membaca masukan data.

7. Data lalu lintas untuk periode Siang.

- a. Arus Persimpangan Maksimum pada Waktu Hijau (Tabel 4.8)
- b. Arus Persimpangan Perjam (kendaraan/jam) (Tabel 4.9)
- c. Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan (Gambar 4.5) menggambarkan pemodelan arus dalam bentuk pergerakan dan persimpangan (*link* dan *node*).
- d. Diagram Pergerakan, Arus Jenuh, Persimpangan (Gambar 4.6) menggambarkan pemodelan arus jenuh dalam bentuk pergerakan dan persimpangan (*link* dan *node*)
- e. Data untuk Masukan Program Transyt (Tabel 4.10)
- f. Data Siklus dan Fase untuk Masukan Program Transyt (Tabel 4.11)

Data volume arus dan distribusi diolah menjadi bentuk berikut :

- Jumlah arus masing-masing pergerakan (smp/jam).
 - Arus jenuh masing-masing pergerakan (smp/jam-hijau)
- yang disajikan pada Lampiran A.

8. Data lalu lintas untuk periode Sore.

- a. Arus Persimpangan Maksimum pada Waktu Hijau (Tabel 4.12)
- b. Arus Persimpangan Perjam (kendaraan/jam) (Tabel 4.13)

- c. Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan (Gambar 4.7) menggambarkan pemodelan arus dalam bentuk pergerakan dan persimpangan (*link* dan *node*).
- d. Diagram Pergerakan, Arus Jenuh, Persimpangan (Gambar 4.8) menggambarkan pemodelan arus jenuh dalam bentuk pergerakan dan persimpangan (*link* dan *node*)
- e. Data untuk Masukan Program Transyt (Tabel 4.14)
- f. Data Siklus dan Fase untuk Masukan Program Transyt (Tabel 4.15)

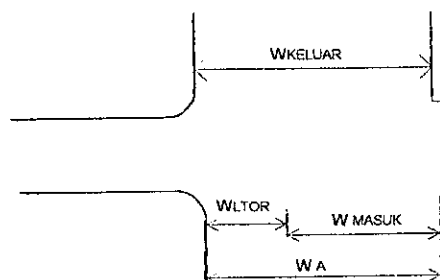
Data volume arus dan distribusi diolah menjadi bentuk berikut :

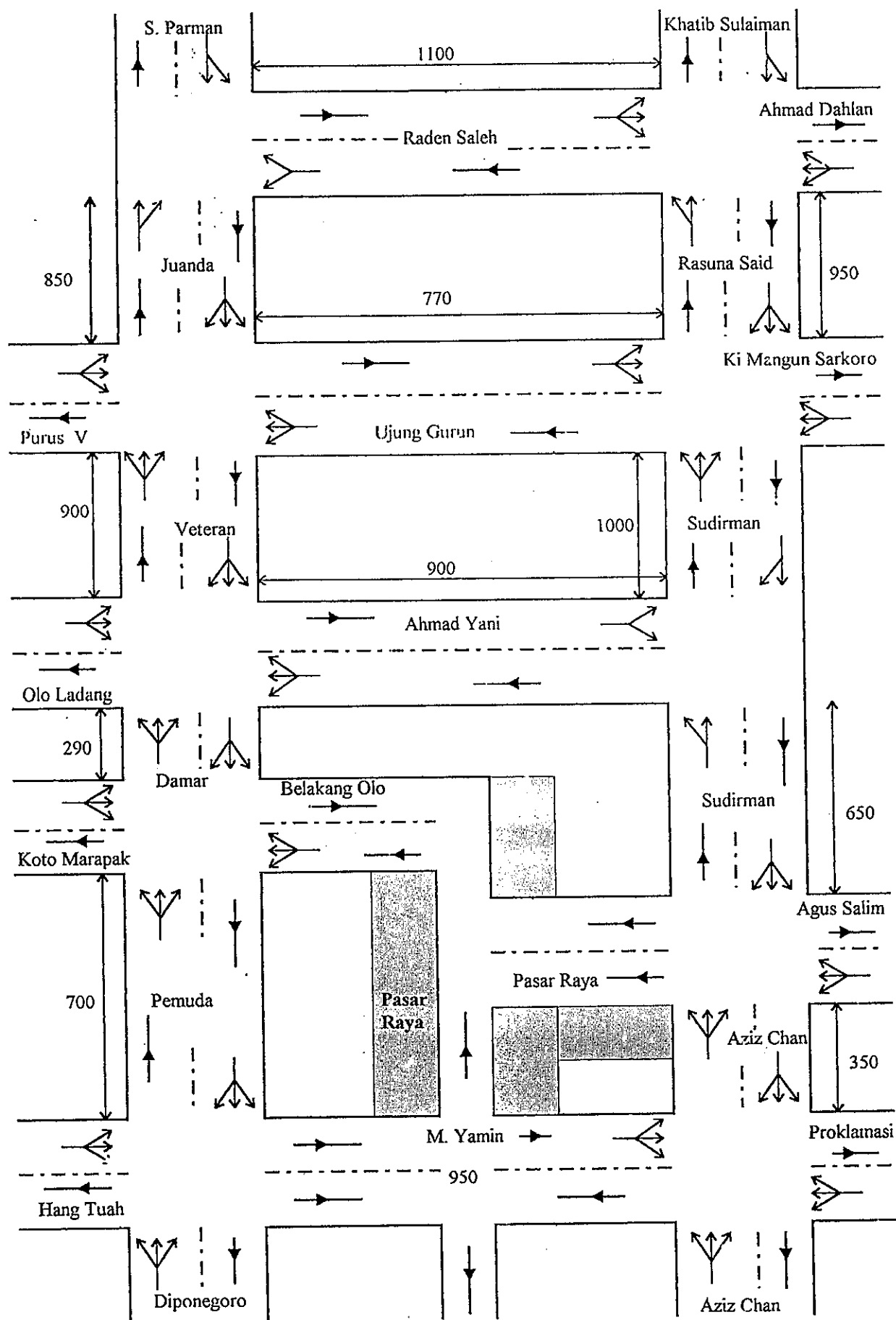
- Jumlah arus masing-masing pergerakan (smp/jam).
- Arus jenuh masing-masing pergerakan (smp/jam-hijau)

yang disajikan pada Lampiran A.

Tabel 4.1 Data kondisi dan lingkungan persimpangan

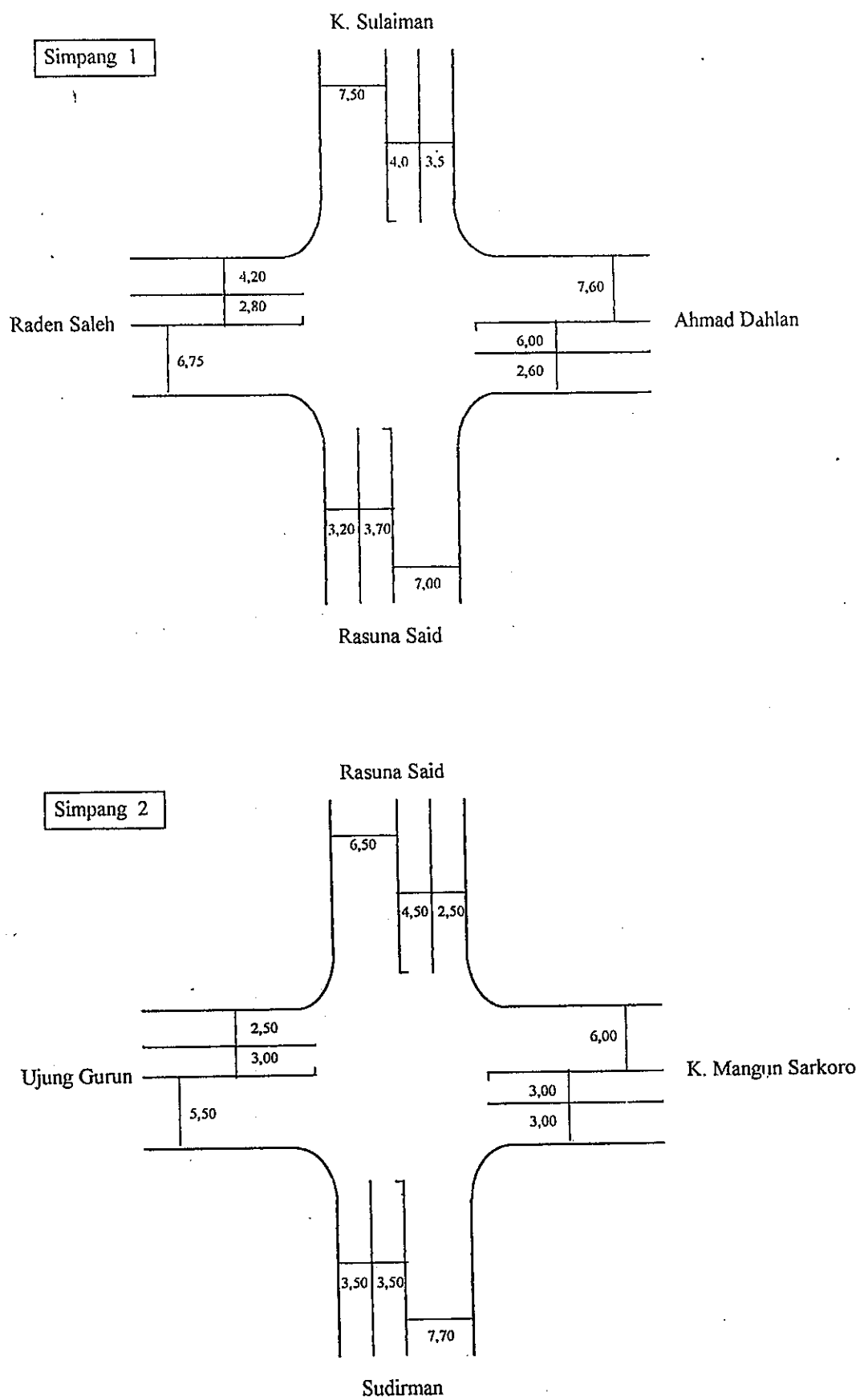
No Simp	Nama lengan simpang	Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Median	Belok Kiri Langsung	Lebar pendekat (m)			
						WA	Wmasuk	WLTOR	Wkeluar
No.1	Jl.Khatib Sulaiman	Komersial	Sedang	Ada	Ya	7.5	4.0	3.5	7.0
	Jl.Rasuna Said	Komersial	Sedang	Tidak	Ya	6.9	3.7	3.2	7.5
	Jl.Raden Saleh	Komersial	Sedang	Ada	Ya	7.0	4.2	2.8	7.6
	Jl.KH Ahmad Dahlan	Komersial	Sedang	Ada	Ya	8.6	6.0	2.6	6.75
No.2	Jl.Rasuna Said	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	7.0	4.5	2.5	7.7
	Jl.Sudirman	Komersial	Sedang	Tidak	Ya	7.0	3.5	3.5	6.5
	Jl.Ujung Gurun	Komersial	Sedang	Tidak	Ya	5.5	3.0	2.5	6.0
	Jl.Ki Mangunsarkoro	Komersial	Sedang	Tidak	Ya	6.0	3.0	3.0	5.5
No.3	Jl. Sudirman (Utara)	Komersial	Sedang	Tidak	-	6.5	3.5	3.0	6.9
	Jl. Sudirman (Selatan)	Komersial	Sedang	Tidak	Ya	6.5	4.0	2.5	6.3
	Jl. A. Yani	Komersial	Sedang	Tidak	Ya	6.4	3.0	3.4	-
No.4	Jl.Sudirman	Komersial	Tinggi	Ada	Ya	6.8	4.0	2.8	7.0
	Jl.Aziz Chan	Komersial	Tinggi	Ada	Ya	7.0	3.5	3.5	8.0
	Jl.Pasar Raya	Komersial	Tinggi	Tidak	-	-	-	-	-
	Jl.Agus Salim	Komersial	Tinggi	Ada	Ya	7.0	4.0	3.0	6.75
No.5	Jl.Aziz Chan (Utara)	Komersial	Tinggi	Ada	Ya	7.0	3.5	3.5	7.6
	Jl.Aziz Chan (Selatan)	Komersial	Sedang	Ada	Ya	8.5	5.5	3.0	7.0
	Jl.M.Yamin	Komersial	Sedang	Ada	Ya	10.0	6.0	4.0	9.4
	Jl.Proklamasi	Komersial	Tinggi	Ada	Ya	9.6	6.3	3.3	8.5
No.6	Jl.Pemuda	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	9.4	6.4	3.0	6.6
	Jl.Diponegoro	Komersial	Sedang	Tidak	Ya	8.5	6.0	2.5	6.8
	Jl.Hang Tuah	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	7.0	4.0	3.0	8.0
	Jl.M Yamin	Komersial	Tinggi	Tidak	-	-	-	-	-
No.7	Jl.Damar	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	8.7	6.2	2.5	6.8
	Jl.Pemuda	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	7.9	5.4	2.5	7.5
	Jl.Koto Marapak	Resident	Rendah	Tidak	Ya	6.5	4.0	2.5	5.6
	Jl.Blk Olo	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	8.0	5.0	3.0	4.0
No.8	Jl.Veteran	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	7.5	5.0	2.5	7.6
	Jl.Damar	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	9.5	7.0	2.5	6.5
	Jl.Olo Ladang	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	7.3	4.8	2.5	5.7
	Jl.A.Yani	Resident	Sedang	Tidak	Ya	7.9	5.4	2.5	4.7
No.9	Jl. Juanda	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	7.5	5.0	2.5	6.9
	Jl. Veteran	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	7.7	5.2	2.5	6.0
	Jl. Purus V	Resident	Sedang	Tidak	Ya	5.5	3.0	2.5	4.0
	Jl. Ujung Gurun	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	6.5	4.0	2.5	3.0
No.10	Jl. S.Parman	Komersial	Tinggi	Tidak	Ya	7.0	3.5	3.5	7.2
	Jl. Juanda	Komersial	Tinggi	Tidak	-	7.2	3.6	3.6	7.0
	Jl. Raden Saleh	Resident	Sedang	Ada	Ya	7.0	3.5	3.5	-



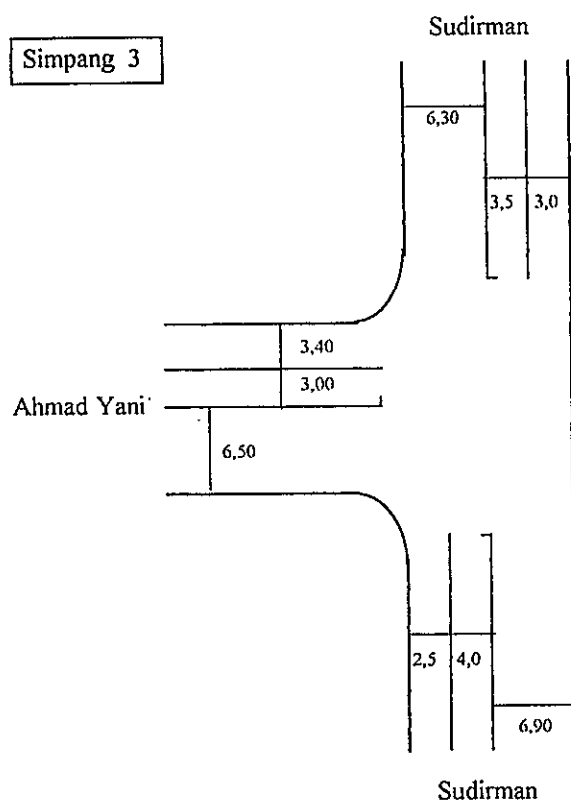


Gambar 4.1 Jarak persimpangan dan arah arus

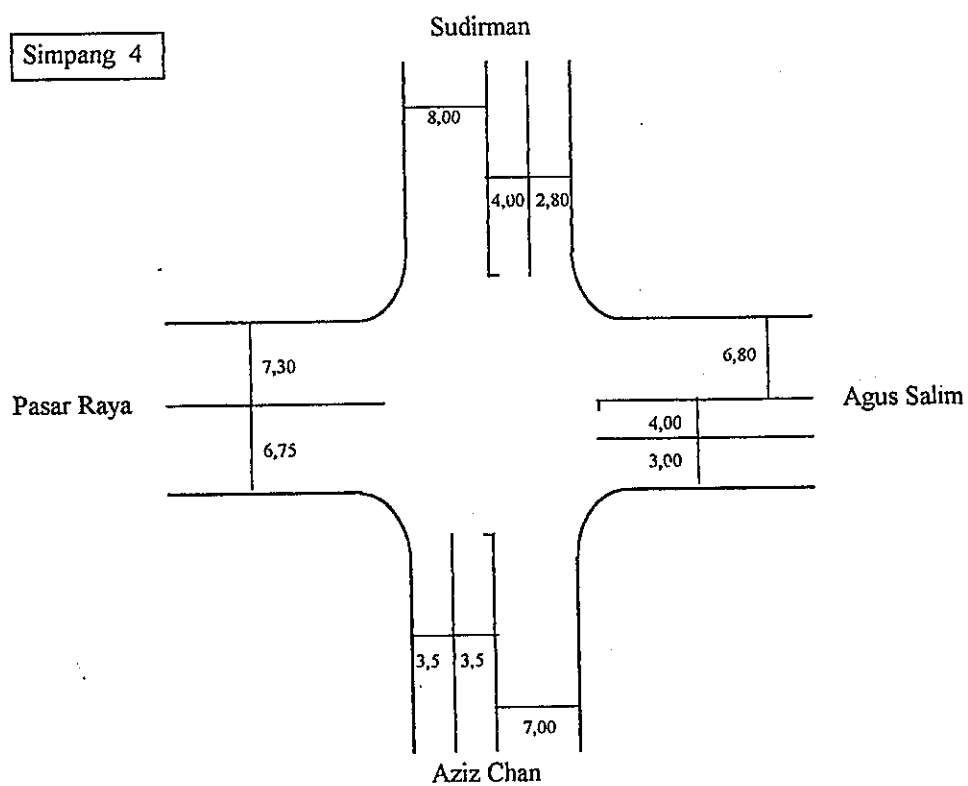
Gambar 4.2 Geometrik Persimpangan

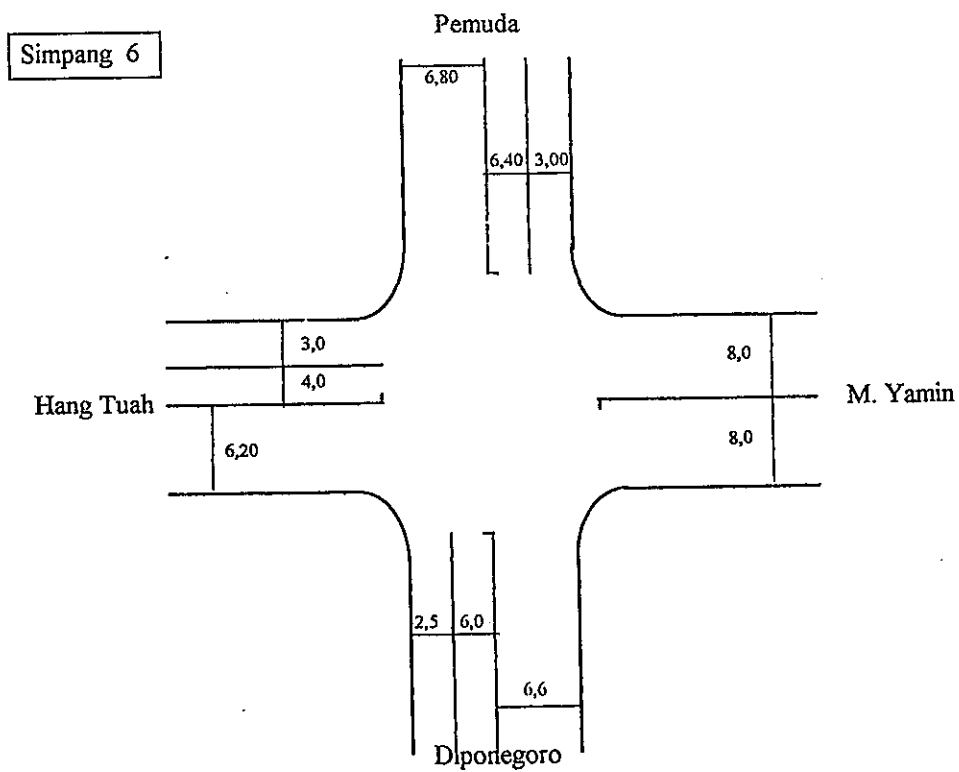
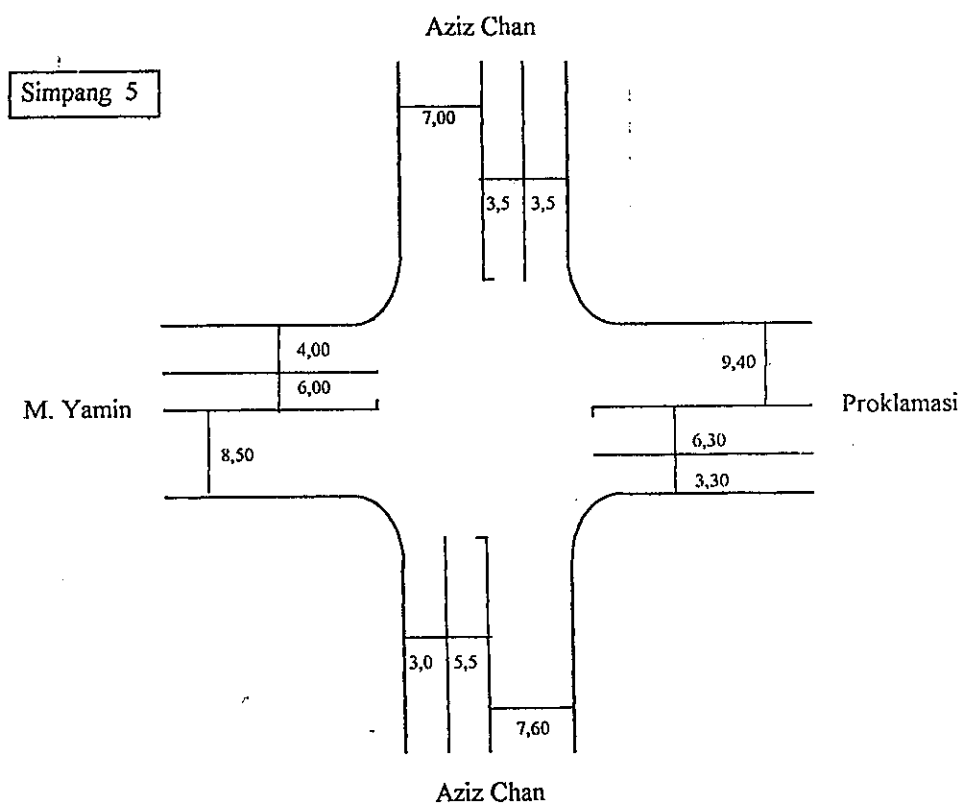


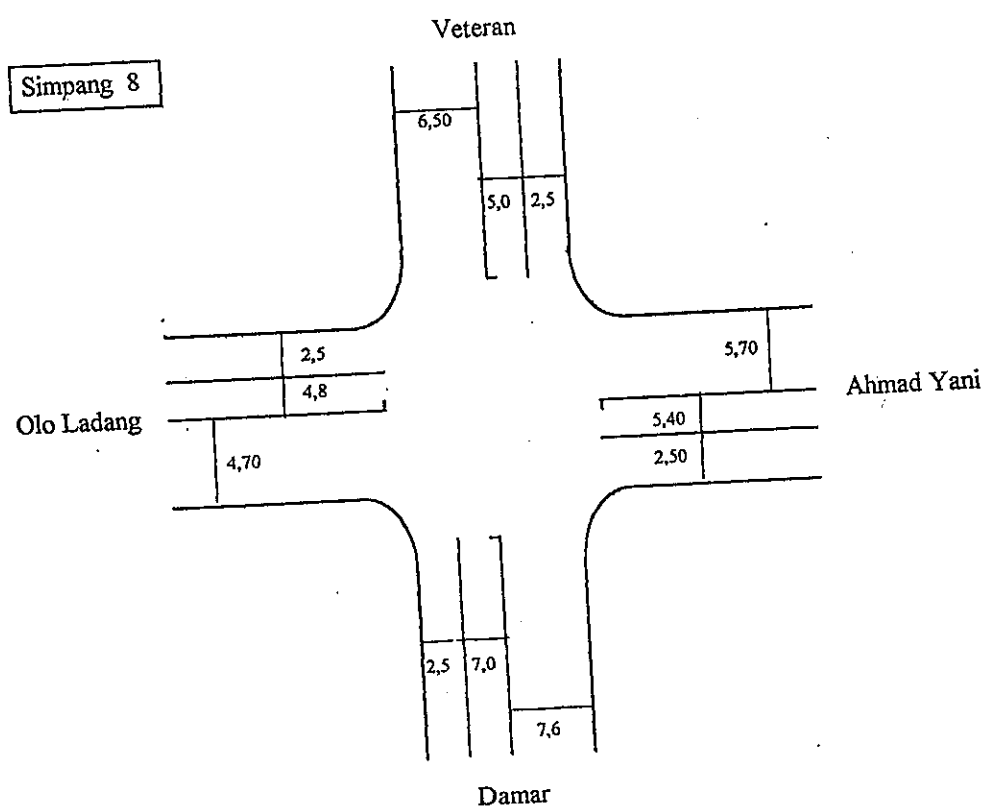
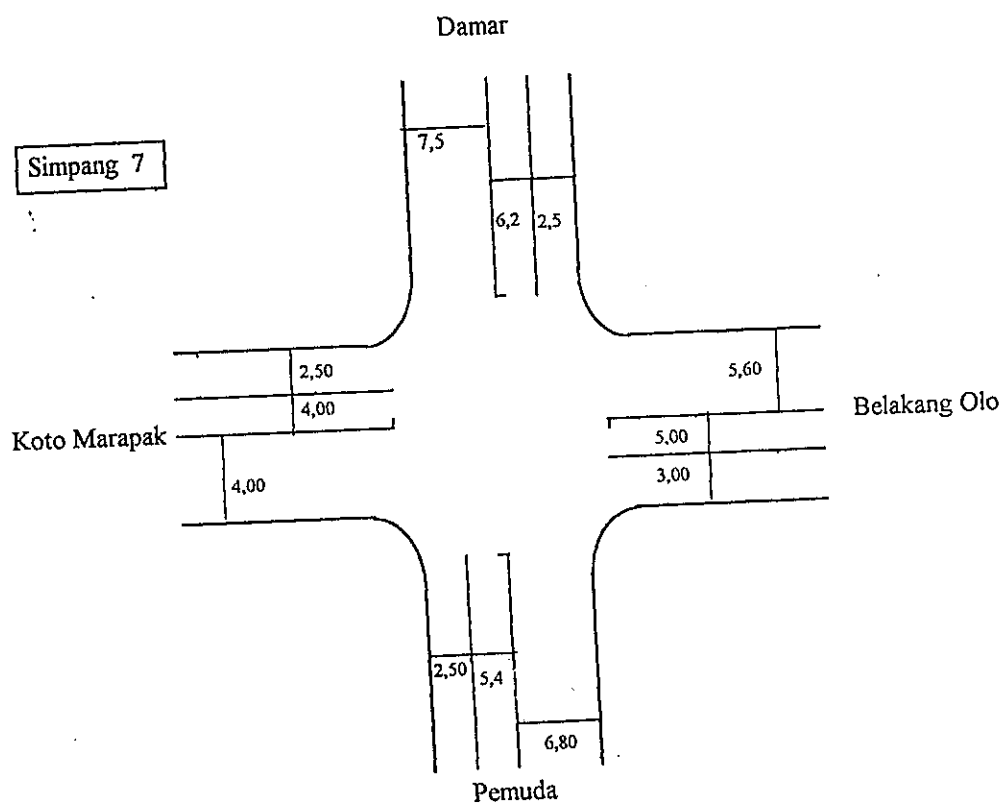
Simpang 3

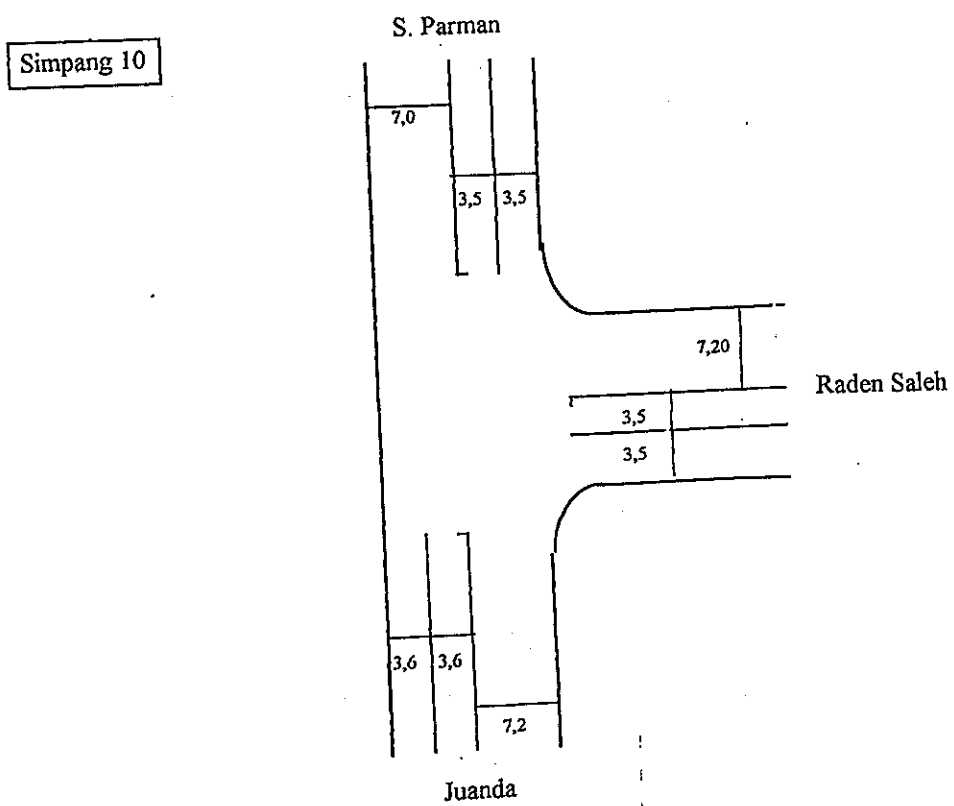
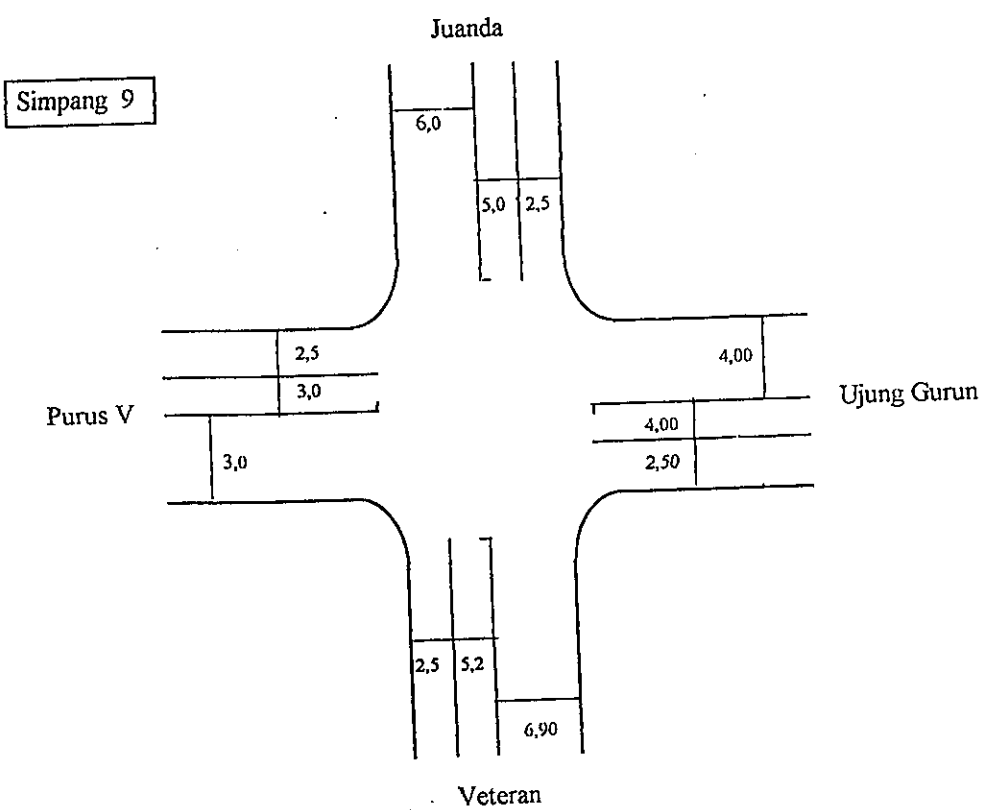


Simpang 4









Tabel 4.2 Data pengaturan lampu lalu lintas persimpangan

No Simpang	Nama langan Simpang	Jumlah Fase	Lampu lalu lintas (detik)								
			Periode Pagi			Periode Siang			Periode Sore		
			Waktu hijau	Antar hijau	Waktu siklus	Waktu hijau	Antar hijau	Waktu siklus	Waktu hijau	Antar hijau	Waktu siklus
No.1	Jl.Khatib Sulaiman	3	42	8	100	40	7	100	42	6	100
	Jl.Rasuna Said		42			40			42		
	Jl.Raden Salch		15	7		20	6		20	6	
	Jl.KH Ahmad Dahlan		20	8		20	7		20	6	
No.2	Jl.Rasuna Said	3	36	5	106	35	7	110	35	7	110
	Jl.Sudirman		30	5		30	6		30	6	
	Jl.Ujung Gurun		25	5		25	7		25	7	
	Jl.Ki Mangunsarkoro		25			25			25		
No.3	Jl. Sudirman (Utara)	3	22	5	92	20	5	95	20	5	95
	Jl. Sudirman (Selatan)		30	5		35	5		35	5	
	Jl. A. Yani		25	5		25	5		25	5	
No.4	Jl.Sudirman	3	40	6	124	40	7	130	40	7	130
	Jl.Aziz Chan		35	6		40	7		40	7	
	Jl.Pasar Raya		-			-			-		
	Jl.Agus Salim		30	7		30	6		30	6	
No.5	Jl.Aziz Chan (Utara)	4	35	5	126	35	5	128	35	5	128
	Jl.Aziz Chan (Selatan)		24	6		25	7		25	7	
	Jl.M.Yamin		30			30			30		
	Jl.Proklamasi		49	5		50	6		50	6	
No.6	Jl.Pemuda	3	38	6	120	40	6	125	40	6	125
	Jl.Diponegoro		35	6		35	7		35	7	
	Jl.Hang Tuah		28	7		30	7		30	7	
	Jl.M Yamin		-			-			-		
No.7	Jl.Damar	3	36	5	112	35	5	108	35	5	108
	Jl.Pemuda		34	5		30	6		30	6	
	Jl.Koto Marapak		26	6		25	7		25	7	
	Jl.Blk Olo		26			25			25		
No.8	Jl.Veteran	3	34	5	97	30	6	98	30	6	98
	Jl.Damar		24	5		25	6		25	6	
	Jl.Olo Ladang		24	5		25	6		25	6	
	Jl.A.Yani		24			25			25		
No.9	Jl. Juanda	3	26	6	94	28	5	94	28	5	94
	Jl. Veteran		26	6		30	6		30	6	
	Jl. Purus V		24	6		20	5		20	5	
	Jl. Ujung Gurun		24			20			20		
No.10	Jl. S.Parman	3	38	5	106	35	6	110	35	6	110
	Jl. Juanda		30	5		32	6		32	6	
	Jl. Raden Salch		22	6		25	6		25	6	

Tabel 4.3 Data panjang antrian pada persimpangan

No Simpang	Nama Lengan Simpang	Panjang Antrian (m)															Rata-rata		
		Pagi					Siang					Sore							
		1	2	3	4	5	Rata-rata	1	2	3	4	5	Rata-rata	1	2	3		4	5
No. 1	Jl. Khatib Sulaiman	160	100	220	185	80	149	215	300	80	65	245	181	80	115	170	185	40	114
	Jl. Rasuna Said	35	40	80	55	90	60	40	25	55	80	50	50	50	45	40	90	45	54
	Jl. Raden Saleh	20	40	30	45	30	33	20	25	90	25	40	40	30	15	80	75	40	48
	Jl. KH Ahmad Dahlan	30	10	35	40	35	30	15	40	25	25	20	25	20	30	35	15	60	32
No. 2	Jl. Rasuna Said	140/60	120/50	210/15	200/30	180/15	170/34	60	80	105/30	150/20	90	97/10	75	90/10	110/20	70/10	70	83/8
	Jl. Sudirman	40	60	100	75	75	70	80	100	85	80	75	84	65	60	70	40	65	60
	Jl. Ujung Gurun	20	30	90	95/10	70	61/2	20	20	80/10	90/10	60	54/4	40	10	55	40	30	35
	Jl. Ki Mangunsarkoro	40	20	50	55	80	49	60	100	20	15	120	63	10	30	60	65	25	38
No. 3	Jl. Sudirman (Utara)	25	15	40	35	40	31	30	30	55	25	40	36	25	45	60	40	30	40
	Jl. Sudirman (Selatan)	55	65	25	70	45	52	30	50	45	55	30	42	50	30	45	25	30	36
	Jl. A. Yani	15	25	15	10	20	17	20	25	20	40	20	25	25	30	25	20	45	29
	Jl. Sudirman	100	125	85	70	75	91	80	90	140	95	130	107	95	65	70	110	60	80
No. 4	Jl. Aziz Chan	50	85	50	110	95	78	40	120	160	50	90	92	80	80	55	60	50	65
	Jl. Pasar Raya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Jl. Agus Salim	150	85	100	115	140	118	160	65	35	120	100	96	80	120	40	75	120	83
	Jl. Aziz Chan (Utara)	80	85	80	70	75	78	80	60	90	85	85	80	80	40	100	60	70	70
No. 5	Jl. Aziz Chan (Selatan)	100/10	95	80	105	100	96/2	80	100/30	125/10	140	105	110/8	90/20	80/20	50	65	80	73/8
	Jl. M. Yamin	20	45	20	20	35	28	40	25	50	55	40	42	10	35	40	45	30	32
	Jl. Proklamasi	80	125	85	65	110	95	120	100	120	85	115	103	80	110	40	95	105	86
	Jl. Pemuda	45	40	45	85	30	45	105	90	75	40	65	75	25	40	55	30	35	37
No. 6	Jl. Diponegoro	75	60	85	80	50	70	55	60	80	50	45	58	70	40	35	60	60	53
	Jl. Hang Tuah	15	20	15	10	20	16	15	20	15	20	35	21	30	25	55	40	35	37
	Jl. M. Yamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Jl. Damar	40	65	40	25	35	41	60	40	55	50	65	54	80	50	95	65	75	73
No. 7	Jl. Pemuda	50	30	60	35	65	48	60	50	45	85	80	64	65	60	60	65	50	60
	Jl. Koto Marapak	5	5	10	5	5	6	10	10	20	15	10	13	10	5	15	10	10	10
	Jl. Blok Olo	40	20	35	35	30	36	75	55	65	35	60	58	50	50	45	35	40	44
	Jl. Veteran	60	55	75	85	95	74	120/20	90	110/20	95/10	90	101/10	100/30	110/30	80	95	105	98/12
No. 8	Jl. Damar	50	60	35	25	30	40	50	75	65	85	80	71	30	65	60	50	55	52
	Jl. Olo Ladang	20	15	45	40	45	33	70	55	70	65	40	60	30	10	25	35	35	27
	Jl. A. Yani	40	50	40	30	30	38	45	65	60	25	55	50	40	45	30	25	25	33
	Jl. Juanda	90	115	60	85	65	83	120	95	85	100	110	102	80	105	75	95	100	91
No. 9	Jl. Veteran	60	80	65	50	55	62	65	100	90	75	70	80	55	45	40	55	75	54
	Jl. Purus V	5	10	5	5	10	7	10	10	15	10	10	11	10	10	15	15	15	13
	Jl. Ujung Gurun	45	25	60	35	25	38	60	60	45	35	50	50	50	65	50	55	70	58
	Jl. S. Paiman	80	55	75	90	80	76	120	135	115	90	105	113	90	70	105	85	90	88
No. 10	Jl. Juanda	20	10	20	10	15	15	20	25	30	15	15	21	25	25	30	20	30	26
	Jl. Raden Saleh	20	25	20	30	25	24	40	20	40	30	20	30	30	15	30	25	25	25

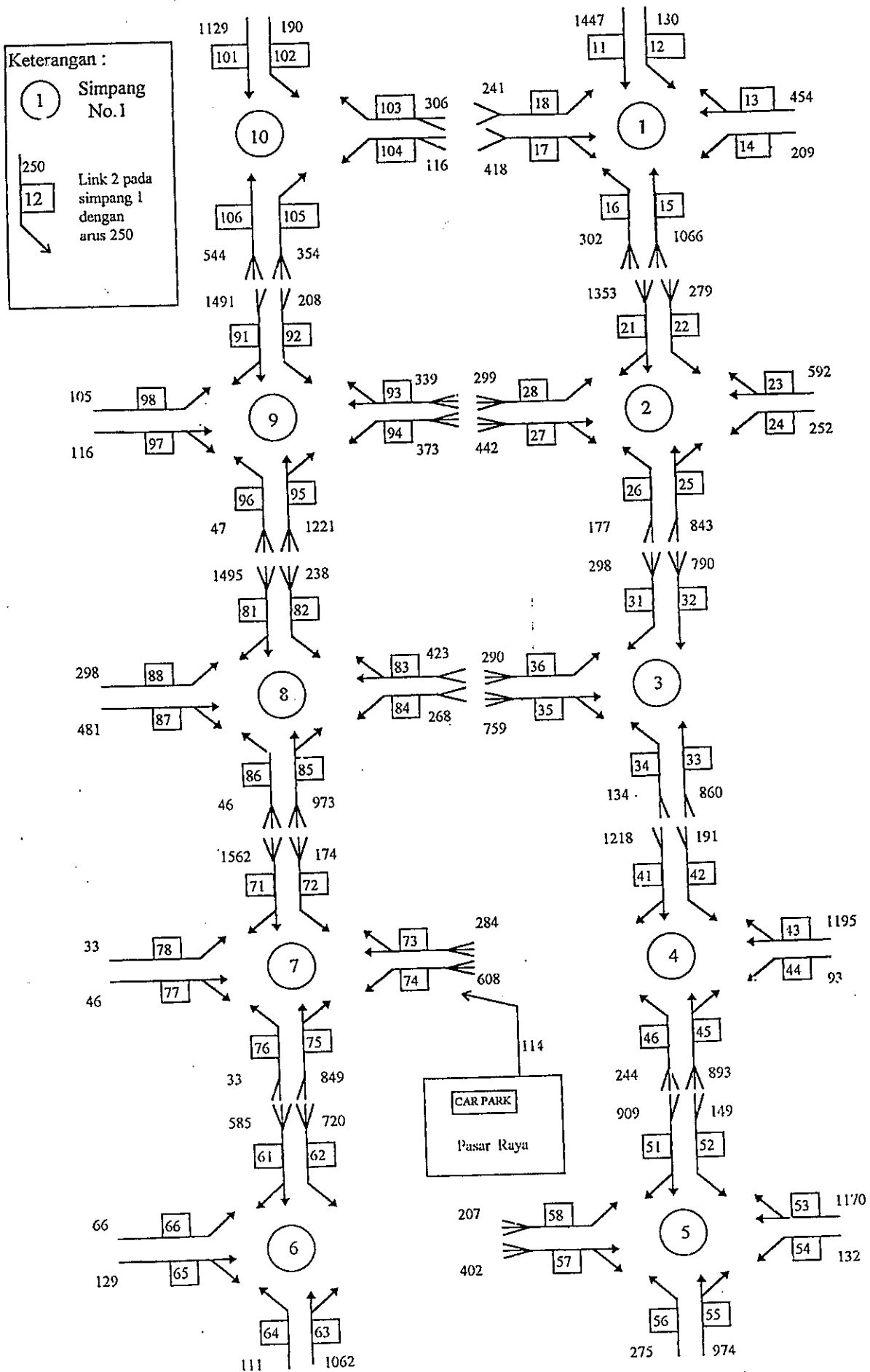
Keterangan : 140/60 = 140 panjang antrian / 60 sisa panjang antrian setelah lampu hijau.

Tabel 4.4 Arus persimpangan maksimum pada waktu hijau, periode pagi (07.00-08.00)

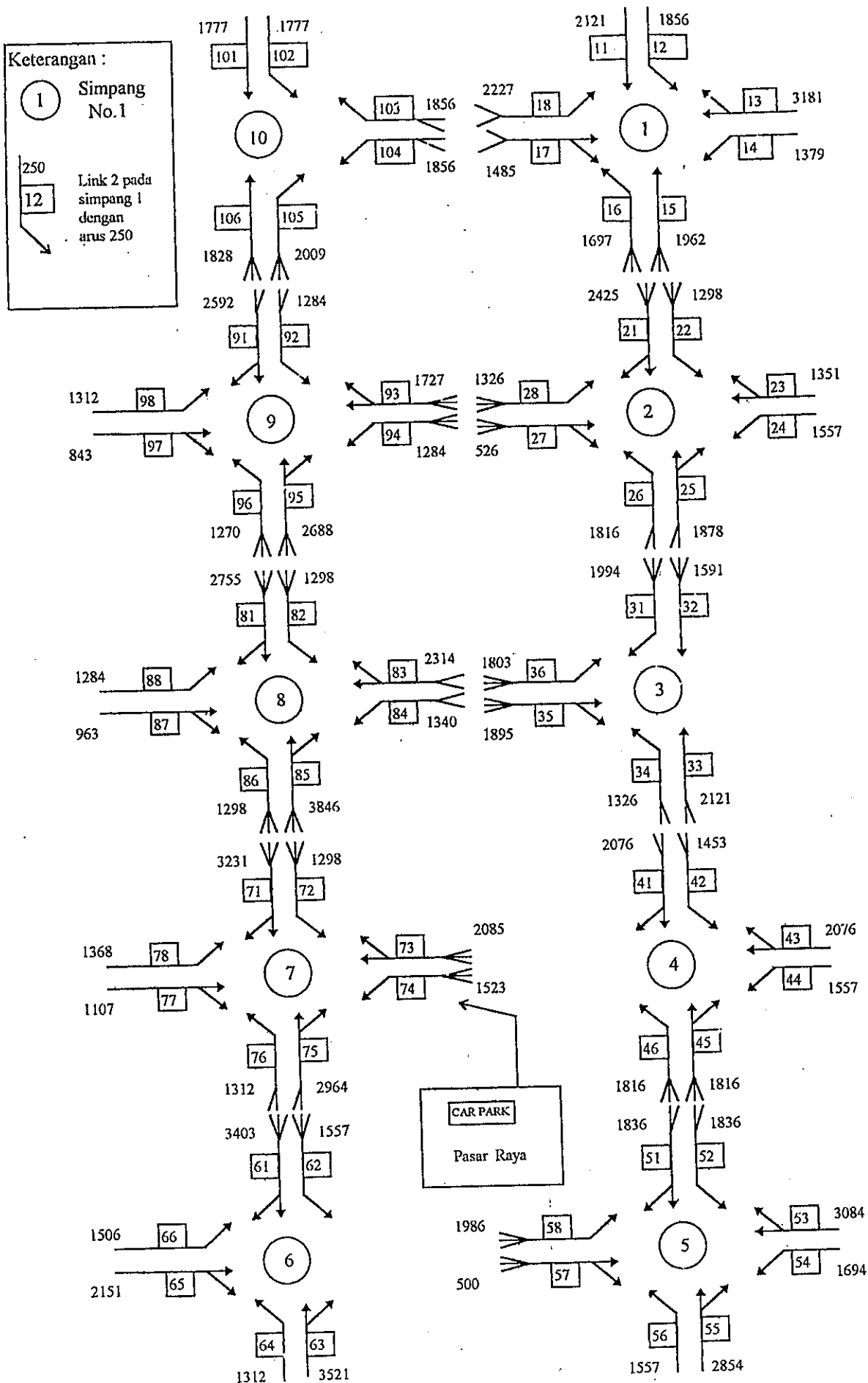
Nama Jalan Lengan Simpang	Waktu hijau ke	Mobil Penumpang			Bus / Truk			Sepeda Motor			Total Kend. Bermotor			Kend. Tak Bermotor			Total
		Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	
- Simpang 1																	
Khatib Sulaiman	2	3	38	0	0	0	0	3	11	0	6	49	0	0	0	0	55
Rasuna Said	9	6	28	0	0	0	0	12	8	0	18	36	0	0	0	0	54
Raden Saleh	27	5	4	7	1	0	0	2	1	2	8	5	9	0	0	0	22
KAhmad Dahlan	28	5	4	6	0	0	0	4	4	9	9	8	15	0	0	0	32
- Simpang 2																	
Rasuna Said	7	7	30	6	0	0	0	6	15	4	13	45	10	2	0	1	71
Sudirman	3	5	19	4	0	0	0	1	8	1	6	27	5	2	0	0	40
Ujung Gurun	2	8	3	6	0	0	0	4	8	2	12	11	8	0	0	0	31
K Mangunsarkoro	3	6	4	9	0	0	0	7	7	4	13	11	13	0	2	0	39
- Simpang 3																	
Sudirman (U)	33	0	19	7	0	0	0	0	6	3	0	25	10	0	0	0	35
Sudirman (S)	14	3	20	0	0	0	0	2	10	0	5	30	0	0	0	0	35
A.Yani	23	7	0	18	0	0	0	2	0	7	9	0	25	0	0	0	34
- Simpang 4																	
Sudirman	5	6	32	6	0	0	0	3	12	8	9	44	14	0	0	1	68
Aziz Chan	6	8	14	12	0	0	0	2	12	12	10	26	24	1	0	0	61
Pasar Raya	-										0	0	0				0
Agus Salim	3	3	7	30	0	0	0	1	5	16	4	12	46	0	1	0	63
- Simpang 5																	
Aziz Chan (U)	5	5	12	15	0	0	0	1	6	18	6	18	33	0	0	0	57
Aziz Chan (S)	14	9	16	17	0	0	0	3	3	2	12	19	19	1	0	2	53
M.Yamin	18	7	5	7	0	0	0	1	4	1	8	9	8	0	3	1	29
Proklamasi	2	4	9	26	0	0	0	3	18	2	7	27	26	2	2	0	66
- Simpang 6																	
Pemuda	22	22	13	2	0	1	2	10	2	1	32	16	5	1	0	0	54
Diponegoro	8	2	16	18	1	0	0	2	4	3	5	20	21	1	0	0	47
Hang Tuah	5	2	1	1	0	0	1	1	4	1	3	5	3	0	1	0	12
M Yamin	-																
- Simpang 7																	
Damar	13	5	40	1	0	4	0	2	12	0	7	56	1	1	0	0	65
Pemuda	20	1	21	5	0	0	0	0	2	0	1	23	5	0	0	0	29
Koto Marapak	6	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	3
Blk. Olo	2	17	1	7	1	0	0	3	0	2	21	1	9	2	0	0	33
- Simpang 8																	
Veteran	26	6	26	6	0	3	1	2	8	7	8	37	14	0	1	0	60
Damar	10	1	20	5	0	0	0	1	4	2	2	24	7	1	0	0	34
Olo Ladang	3	4	8	2	3	0	1	1	3	1	8	11	4	0	0	1	24
A.Yani	3	7	2	7	0	0	0	1	2	4	6	4	11	1	0	0	24
- Simpang 9																	
Juanda	8	5	32	1	0	3	0	2	9	1	7	44	2	1	0	1	55
Veteran	4	1	19	6	0	3	1	1	6	2	2	28	9	0	1	1	41
Purus V	14	1	0	1	1	0	0	2	2	3	4	2	4	1	0	0	11
Ujung Gurun	5	8	2	6	1	0	0	2	0	2	11	2	8	1	0	0	22
- Simpang 10																	
S.Parman	25	5	26	0	0	4	0	3	10	0	8	40	0	1	2	0	51
Juanda	9	0	12	7	0	2	2	0	7	4	0	21	13	0	1	1	36
Raden Saleh	28	3	0	8	0	0	0	2	0	5	5	0	13	1	0	0	19

Tabel 4.5 Arus persimpangan per jam (kendaraan/jam), periode pagi (07.00-08.00)

Nama Jalan Lengan Simpang	Waktu Siklus	Mobil Penumpang			Bus / Truk			Sepeda Motor			Total Kend. Bermotor			Kend. Tak Bermotor			Total
		Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	
- Simpang 1	100																
Khatib Sulalman	detik	108	1368	0	0	0	0	108	396	0	216	1764	0	0	0	0	1980
Rasuna Said		216	1008	0	0	0	0	432	288	0	648	1296	0	0	0	0	1944
Raden Saleh		180	144	252	36	0	0	72	36	72	288	180	324	0	0	0	792
K.Ahmad Dahlan		180	144	216	0	0	0	144	144	324	324	288	540	0	0	0	1152
- Simpang 2	105																
Rasuna Said	detik	238	1020	204	0	0	0	204	510	136	442	1530	340	68	0	34	2414
Sudirman		170	646	136	0	0	0	34	272	34	204	918	170	68	0	0	1360
Ujung Gurun		272	102	204	0	0	0	136	272	68	408	374	272	0	0	0	1054
K Mangunsarkoro		204	136	306	0	0	0	238	238	136	442	374	442	0	68	0	1326
- Simpang 3	92																
Sudirman (U)	detik	0	743	274	0	0	0	0	235	118	0	978	392	0	0	0	1369
Sudirman (S)		118	782	0	0	0	0	79	391	0	197	1173	0	0	0	0	1370
A.Yani		274	0	704	0	0	0	79	0	274	353	0	978	0	0	0	1330
- Simpang 4	124																
Sudirman	detik	174	928	174	0	0	0	87	348	232	261	1276	406	0	0	29	1972
Aziz Chan		232	406	348	0	0	0	58	348	348	290	754	696	29	0	0	1769
Pasar Raya		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agus Salim		87	203	870	0	0	0	29	145	464	116	348	1334	0	29	0	1827
- Simpang 5	126																
Aziz Chan (U)	detik	143	343	429	0	0	0	29	172	515	172	515	944	0	0	0	1630
Aziz Chan (S)		258	458	487	0	0	0	86	86	58	344	544	545	29	0	58	1519
M.Yamin		201	143	201	0	0	0	29	115	29	230	258	230	0	87	29	833
Proklamasi		115	258	754	0	0	0	86	515	58	201	773	812	58	58	0	1902
- Simpang 6	120																
Pemuda	detik	660	390	60	0	30	60	300	60	30	960	480	150	30	0	0	1620
Diponegoro		60	480	540	30	0	0	60	120	90	150	600	630	30	0	0	1410
Hang Tuah		60	30	30	0	0	30	30	120	30	90	150	90	0	30	0	360
M.Yamin																	
- Simpang 7	112																
Damar	detik	161	1284	33	0	129	0	65	386	0	226	1799	33	33	0	0	2091
Pemuda		33	675	161	0	0	0	0	65	0	33	740	161	0	0	0	934
Koto Marapak		33	33	0	0	0	0	0	0	33	33	33	33	0	0	0	99
Blk. Olo		546	33	225	33	0	0	87	0	65	676	33	290	65	0	0	1063
- Simpang 8	97																
Veteran	detik	223	965	223	0	112	38	75	297	260	298	1374	520	0	38	0	2230
Damar		38	742	186	0	0	0	38	149	75	76	891	261	38	0	0	1266
Olo Ladang		145	297	75	112	0	38	38	112	38	295	409	151	0	0	38	893
A.Yani		260	75	260	0	0	0	38	75	145	298	150	405	38	0	0	890
- Simpang 9	94																
Juanda	detik	192	1226	39	0	115	0	78	345	39	270	1686	78	39	0	39	2112
Veteran		39	728	230	0	115	39	39	230	78	78	1073	347	0	39	39	1576
Purus V		39	0	39	39	0	0	78	78	115	156	78	154	39	0	0	427
Ujung Gurun		307	78	230	39	0	0	78	0	78	424	78	308	39	0	0	849
- Simpang 10	106																
S.Parman	detik	170	884	0	0	136	0	102	340	0	272	1360	0	34	68	0	1734
Juanda		0	408	238	0	68	68	0	238	136	0	714	442	0	34	34	1224
Raden Saleh		102	0	272	0	0	0	68	0	170	170	0	442	34	0	0	646



Gambar 4.3 Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan, pada periode Pagi



Gambar 4.4 Diagram Pergerakan, Arus jenuh, Persimpangan, pada periode Pagi

Tabel 4.6 Data untuk masukan program Transyt, periode pagi.

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
11	1	2	8	4.0	200	1447	2121	0	0	29
12	1	1	0	3.5	200	130	1856	0	0	29
13	2	3	8	6.0	200	454	3181	0	0	26
14	1	1	0	2.6	200	209	1379	0	0	26
15	1	2	8	3.7	950	1066	1962	23	360	35
								25	701	35
								28	299	35
16	1	1	0	3.2	950	302	1697	23	360	35
								25	701	35
								28	299	35
17	3	1	7	2.8	1100	418	1485	102	190	32
								105	354	32
18	1	1	0	4.2	1100	241	2227	102	190	34
								105	354	34
21	1	2	5	4.5	950	1353	2425	11	1447	24
								14	209	24
								17	266	24
22	1	1	0	2.5	950	279	1298	11	1447	24
								14	209	24
								17	266	24
23	3	1	5	3.0	200	592	1351	0	0	26
24	1	1	0	3.0	200	252	1557	0	0	24
25	2	3	5	3.5	1000	843	1878	33	860	35
								36	290	35
26	1	1	0	3.5	1000	177	1816	33	860	35
								36	290	35
27	3	1	5	3.0	770	442	526	92	208	22
								95	297	22
								97	31	22
28	1	1	0	2.5	770	299	1326	92	208	22
								95	297	22
								97	31	22
31	1	2	5	3.5	1000	298	1994	21	1122	33
								24	252	33
								27	231	33
32	1	1	0	3.0	1000	790	1591	21	1122	33
								24	252	33
								27	231	33
33	2	3	5	4.0	650	860	2121	43	963	26
								45	476	26
34	1	1	0	2.5	650	134	1326	43	963	26
								45	476	26
35	3	1	5	3.0	900	759	1895	82	238	29
								85	201	29
								87	342	29
36	1	1	0	3.4	900	290	1803	82	238	29
								85	201	29
								87	342	29

Tabel 4.6 Data untuk masukan program Transyt, periode pagi (sambungan)

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
41	1	2	6	4.0	650	1218	2076	32	790	28
								35	759	28
42	1	1	0	2.8	650	191	1453	32	790	28
								35	759	28
43	3	1	7	4.0	200	1195	2076	0	0	20
44	1	1	0	3.0	200	93	1557	0	0	20
45	2	3	6	3.5	350	893	1816	53	777	24
								55	475	24
								58	207	24
46	1	1	0	3.5	350	244	1816	53	777	24
								55	475	24
								58	207	24
51	1	2	5	3.5	350	909	1836	41	998	26
								44	93	26
52	1	1	0	3.5	350	149	1836	41	998	26
								44	93	26
53	2	4	5	6.3	200	1170	3084	0	0	30
54	1	1	0	3.3	200	132	1694	0	0	24
55	4	1	6	5.5	200	974	2854	0	0	32
56	1	1	0	3.0	200	275	1557	0	0	32
57	3	4	0	6.0	950	402	500 *	62	720	24
								63	558	24
								65	54	24
58	1	1	0	4.0	950	207	1986	62	720	24
								63	558	24
								65	54	24
61	3	1	6	6.4	700	585	3403	71	1529	28
								74	608	28
								77	13	28
62	1	1	0	3.0	700	720	1557	71	1529	28
								74	608	28
								77	13	28
63	1	2	6	6.0	200	1062	3521	0	0	26
64	1	1	0	2.5	200	111	1312	0	0	26
65	2	3	7	4.0	200	129	2151	0	0	30
66	1	1	0	3.0	200	66	1506	0	0	30
71	3	1	5	6.2	290	1562	3231	81	1170	24
								84	268	24
								87	140	24
72	1	1	0	2.5	290	174	1298	81	1170	24
								84	268	24
								87	140	24
73	2	3	6	5.0	1300	284	2085	41	220	26
								43	232	26
								46	244	26
74	1	1	0	3.0	1300	608	1523	41	220	26
								43	232	26
								46	244	26
75	1	2	5	5.4	700	849	2964	63	504	30
								66	66	30

Keterangan : Pada link 57, angka arus jenuh untuk input program adalah angka minimum 500, sesuai dengan ketentuan Transyt.

Tabel 4.6 Data untuk masukan program Transyt, periode pagi (sambungan)

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
76	1	1	0	2.5	700	33	1312	63	504	30
								66	66	30
77	2	3	5	4.0	200	46	1107	0	0	32
78	1	1	0	2.5	200	33	1368	0	0	32
81	2	3	5	5.0	900	1495	2755	91	1445	28
								94	373	28
								97	85	28
82	1	1	0	2.5	900	238	1298	91	1445	28
								94	373	28
								97	85	28
83	3	1	5	5.4	900	423	2314	31	298	30
								34	134	30
84	1	1	0	2.5	900	268	1340	31	298	30
								34	134	30
85	1	2	5	7.0	290	973	3846	73	251	26
								75	688	26
								78	33	26
86	1	1	0	2.5	290	46	1298	73	251	26
								75	688	26
								78	33	26
87	3	1	5	4.8	200	481	963	0	0	28
88	1	1	0	2.5	200	298	1284	0	0	28
91	2	3	6	5.0	850	1491	2592	101	1129	26
								104	116	26
92	1	1	0	2.5	850	208	1284	101	1129	26
								104	116	26
93	3	1	6	4.0	770	339	1727	21	231	24
								23	231	24
								26	177	24
94	1	2	0	2.5	770	373	1284	21	231	24
								23	231	24
								26	177	24
95	1	2	6	5.0	900	1221	2688	83	318	28
								85	772	28
								88	298	28
96	1	1	0	2.5	900	47	1270	83	318	28
								85	772	28
								88	298	28
97	3	1	6	3.0	200	116	843	0	0	30
98	1	1	0	2.5	200	105	1312	0	0	31
101	2	3	5	3.5	200	1129	1777	0	0	28
102	1	1	0	3.5	200	190	1777	0	0	28
103	3	1	6	3.5	1100	306	1856	13	173	30
								16	302	30
104	1	1	0	3.5	1100	116	1856	13	173	30
								16	302	30
105	1	2	5	3.6	850	354	2009	93	261	26
								95	924	26
								98	105	26
106	1	1	0	3.6	850	544	1828	93	261	26
								95	924	26
								98	105	26

Tabel 4.7 Data siklus dan fase untuk masukan program Transyt, periode pagi.

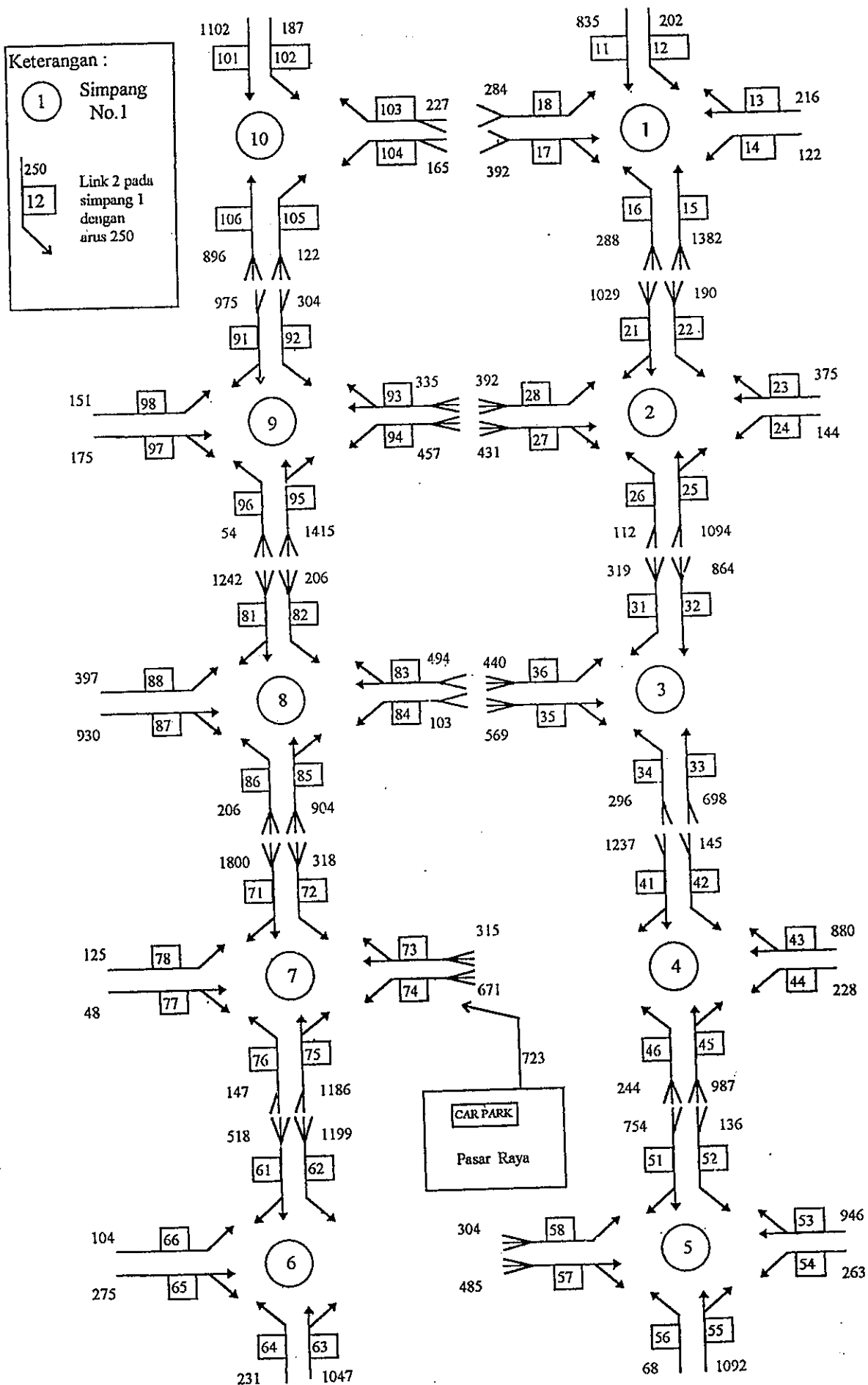
No. Simpang	Waktu Siklus (detik)	Tipe Siklus	Jumlah Fase	Awal Fase detik ke (Fase 1,2 3 4)	Waktu Hijau Minimum (dtk)
1	100	Tunggal	3	0, 50, 78	10,10,10
2	106	Tunggal	3	0, 41, 76	10,10,10
3	92	Tunggal	3	0, 27, 62	10,10,10
4	124	Tunggal	3	0, 46, 87	10,10,10
5	126	Tunggal	4	0, 32, 51, 86	10,10,10,10
6	120	Tunggal	3	0, 41, 76	10,10,10
7	112	Tunggal	3	0, 39, 71	10,10,10
8	97	Tunggal	3	0, 29, 68	10,10,10
9	94	Tunggal	3	0, 32, 64	10,10,10
10	106	Tunggal	3	0, 35, 78	10,10,10

Tabel 4.8 Arus persimpangan maksimum pada waktu hijau, periode siang (12.00-13.00)

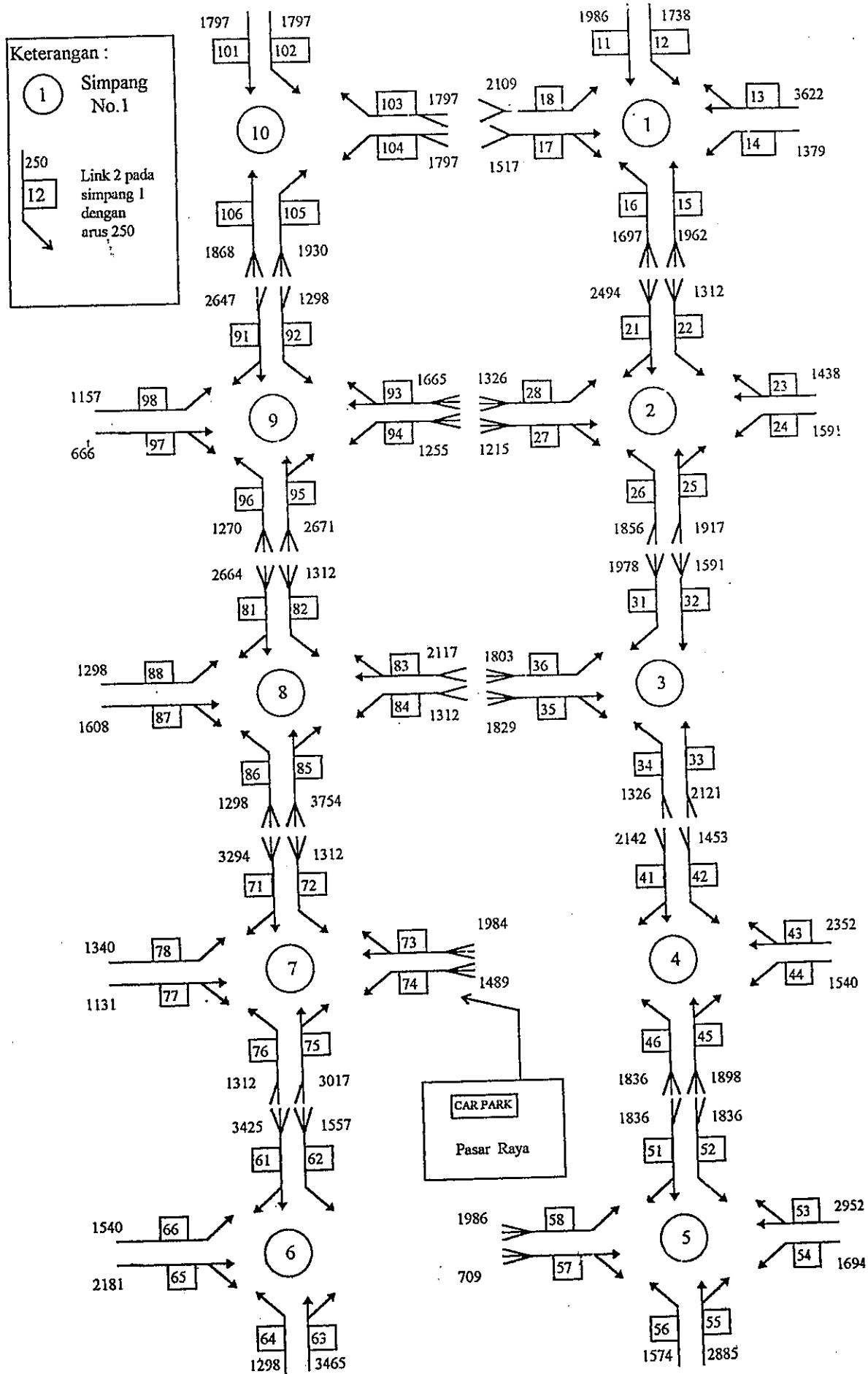
Nama Jalan Lengan Simpang	Waktu hijau ko	Mobil Penumpang			Bus / Truk			Sepeda Motor			Total Kend. Bermotor			Kend. Tak Bermotor			Total
		Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	
- Simpang 1																	
Khatib Sulaiman	11	5	22	0	0	0	0	3	6	0	8	28	0	2	0	0	38
Rasuna Said	23	7	35	0	0	0	0	5	17	0	12	52	0	0	0	0	64
Raden Saleh	4	6	3	6	1	1	0	3	2	1	10	6	7	1	1	0	25
K.Ahmad Dahlan	9	3	1	4	0	0	0	2	1	4	5	2	8	0	0	0	15
- Simpang 2																	
Rasuna Said	8	5	22	8	0	0	0	4	6	2	9	28	10	0	0	0	47
Sudirman	12	3	28	3	0	0	0	2	9	3	5	37	6	0	0	0	48
Ujung Gurun	21	10	2	4	0	3	0	10	5	3	20	10	7	0	0	0	37
K Mangunsarkoro	5	4	3	6	0	0	0	2	4	2	6	7	8	0	0	0	21
- Simpang 3																	
Sudirman (U)	15	0	21	8	0	0	0	0	9	2	0	30	10	0	0	0	40
Sudirman (S)	13	7	17	0	0	0	0	4	7	0	11	24	0	0	0	0	35
A.Yani	18	11	0	14	0	0	0	3	0	5	14	0	19	0	0	0	35
- Simpang 4																	
Sudirman	9	5	39	4	0	0	0	1	5	3	6	44	7	1	0	0	58
Aziz Chan	10	8	30	4	0	0	0	4	5	3	12	35	7	0	0	0	54
Pasar Raya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Agus Salim	6	8	6	22	0	1	0	1	6	6	9	13	28	0	2	0	52
- Simpang 5																	
Aziz Chan (U)	10	4	10	14	0	0	0	4	4	10	8	14	24	0	0	0	46
Aziz Chan (S)	12	2	15	22	0	0	0	2	5	4	4	20	26	1	0	0	51
M.Yamin	3	10	13	1	0	0	0	4	5	3	14	18	4	0	3	2	41
Proklamasi	22	7	10	19	1	0	0	5	8	9	13	18	28	1	2	0	62
- Simpang 6																	
Pemuda	5	36	7	3	2	1	4	15	5	2	53	13	9	2	0	0	77
Diponegoro	9	5	18	15	2	0	1	2	3	7	9	21	23	2	1	0	56
Hang Tuah	6	3	3	1	0	2	1	3	5	3	6	10	5	1	0	0	22
M Yamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Simpang 7																	
Damar	11	7	42	3	1	4	0	6	18	1	14	64	4	1	0	0	83
Pemuda	8	4	25	9	0	0	0	2	5	3	6	30	12	0	0	0	48
Koto Marapak	4	2	1	0	1	0	0	2	0	1	5	1	1	0	0	0	7
Blk. Olo	23	18	2	4	1	0	2	4	1	1	23	3	7	2	0	1	36
- Simpang 8																	
Veteran	5	5	27	2	0	2	0	3	10	1	8	39	3	0	0	0	50
Damar	6	5	19	4	0	0	0	3	7	1	8	26	5	1	0	0	40
Olo Ladang	5	5	18	4	4	1	0	3	4	1	12	23	5	1	0	0	41
A.Yani	2	2	6	5	0	0	0	4	3	3	6	9	8	1	1	0	25
- Simpang 9																	
Juanda	13	6	18	1	1	4	0	3	4	2	10	26	3	1	0	0	40
Veteran	24	1	20	6	0	6	1	2	7	2	3	33	9	2	1	0	48
Purus V	9	2	1	1	1	1	0	3	1	2	6	3	3	2	1	0	15
Ujung Gurun	10	10	2	5	1	0	1	3	0	1	14	2	7	2	0	0	25
- Simpang 10																	
S.Parmen	16	4	23	0	1	7	0	2	8	0	7	38	0	1	1	0	47
Juanda	18	0	20	2	0	4	1	0	11	2	0	35	5	0	1	0	41
Raden Saleh	3	2	0	5	2	0	1	2	0	3	6	0	9	2	0	0	17

Tabel 4.9 Arus persimpangan per jam (kendaraan/jam), periode siang (12.00-13.00)

Nama Jalan Lengan Simpang	Waktu Siklus	Mobil Penumpang			Bus / Truk			Sepeda Motor			Total Kend. Bermotor			Kend. Tak Bermotor			Total
		Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	
- Simpang 1	100																
Khatib Sulaiman	detik	180	792	0	0	0	0	108	216	0	288	1008	0	72	0	0	1368
Rasuna Said		252	1260	0	0	0	0	180	612	0	432	1872	0	0	0	0	2304
Raden Saleh		216	108	216	36	36	0	108	72	36	360	216	252	36	36	0	900
K.Ahmad Dahlan		108	36	144	0	0	0	72	36	144	180	72	288	0	0	0	540
- Simpang 2	110																
Rasuna Said	detik	164	720	262	0	0	0	131	197	66	294	917	328	0	0	0	1539
Sudirman		99	916	99	0	0	0	66	295	99	165	1211	198	0	0	0	1574
Ujung Gurun		327	66	131	0	99	0	327	164	99	654	329	230	0	0	0	1212
K Mangunsarkoro		131	99	197	0	0	0	66	131	66	197	230	263	0	0	0	690
- Simpang 3	95																
Sudirman (U)	detik	0	796	304	0	0	0	0	342	76	0	1138	380	0	0	0	1518
Sudirman (S)		266	645	0	0	0	0	152	266	0	418	911	0	0	0	0	1329
A.Yani		417	0	531	0	0	0	114	0	190	531	0	720	0	0	0	1251
- Simpang 4	130																
Sudirman	detik	139	1081	111	0	0	0	28	139	84	166	1220	195	28	0	0	1608
Aziz Chan		222	831	111	0	0	0	111	139	84	352	970	195	0	0	0	1497
Pasar Raya																	0
Agus Salim		222	167	610	0	28	0	28	167	167	249	362	777	0	56	0	1444
- Simpang 5	128																
Aziz Chan (U)	detik	113	281	394	0	0	0	113	113	281	226	394	675	0	0	0	1295
Aziz Chan (S)		57	422	619	0	0	0	57	141	113	114	544	732	29	0	0	1419
M.Yamin		281	366	29	0	0	0	113	141	85	394	507	114	0	85	57	1157
Proklamasi		197	281	534	29	0	0	141	225	253	365	506	787	29	57	0	1745
- Simpang 6	125																
Pomuda	detik	1037	202	87	58	29	116	432	144	58	1526	374	261	58	0	0	2219
Diponegoro		144	519	432	58	0	29	58	87	202	259	606	662	58	29	0	1614
Hang Tuah		87	87	29	0	58	29	87	144	86	174	289	144	29	0	0	635
M.Yamin																	
- Simpang 7	108																
Damar	detik	234	1399	100	34	134	0	200	600	34	463	2133	134	34	0	0	2768
Pemuda		134	833	300	0	0	0	67	167	100	201	999	400	0	0	0	1599
Koto Marapak		67	34	0	34	0	0	67	0	34	167	34	34	0	0	0	235
Blk. Olo		600	67	134	34	0	67	134	34	34	768	101	235	67	0	34	1204
- Simpang 8	98																
Veteran	detik	184	991	74	0	74	0	111	367	37	295	1374	111	0	0	0	1779
Damar		184	698	147	0	0	0	111	257	37	295	955	184	37	0	0	1470
Olo Ladang		184	661	147	147	37	0	111	147	37	441	844	184	37	0	0	1506
A.Yani		74	221	184	0	0	0	147	111	111	221	332	295	37	37	0	921
- Simpang 9	94																
Juanda	detik	230	690	39	39	154	0	115	154	77	384	998	116	39	0	0	1536
Veteran		39	766	230	0	230	39	77	269	77	116	1265	345	77	39	0	1841
Purus V		77	39	39	39	39	0	115	39	77	231	117	116	77	39	0	579
Ujung Gurun		383	77	192	39	0	39	115	0	39	537	77	270	77	0	0	960
- Simpang 10	110																
S.Perman	detik	131	752	0	33	229	0	66	262	0	230	1243	0	33	33	0	1538
Juanda		0	654	66	0	131	33	0	360	66	0	1145	165	0	33	0	1342
Raden Saleh		66	0	164	66	0	33	66	0	99	198	0	295	66	0	0	559



Gambar 4.5 Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan, pada periode Siang



Gambar 4.6 Diagram Pergerakan, Arus jenuh, Persimpangan, pada periode Siang

Tabel 4.10 Data untuk masukan program Transyt, periode siang

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
11	1	2	7	4.0	200	835	1986	0	0	32
12	1	1	0	3.5	200	202	1738	0	0	32
13	2	3	7	6.0	200	216	3622	0	0	30
14	1	1	0	2.6	200	122	1379	0	0	30
15	1	2	7	3.7	950	1362	1962	23	223	32
								25	975	32
								28	392	32
16	1	1	0	3.2	950	288	1697	23	223	32
								25	975	32
								28	392	32
17	3	1	6	2.8	1100	392	1517	102	187	32
								105	122	32
18	1	1	0	4.2	1100	284	2109	102	187	32
								105	122	32
21	1	2	7	4.5	950	1029	2494	11	835	20
								14	122	20
								17	223	20
22	1	1	0	2.5	950	190	1312	11	835	20
								14	122	20
								17	223	20
23	3	1	7	3.0	200	375	1438	0	0	24
24	1	1	0	3.0	200	144	1591	0	0	24
25	2	3	6	3.5	1000	1094	1917	33	698	28
								36	440	28
26	1	1	0	3.5	1000	112	1856	33	698	28
								36	440	28
27	3	1	7	3.0	770	431	1215	92	304	20
								95	296	20
								97	105	20
28	1	1	0	2.5	770	392	1326	92	304	20
								95	296	20
								97	105	20
31	1	2	5	3.5	1000	319	1978	21	753	27
								24	144	27
								27	171	27
32	1	1	0	3.0	1000	864	1591	21	753	27
								24	144	27
								27	171	27
33	2	3	5	4.0	650	698	2121	43	643	21
								45	859	21
34	1	1	0	2.5	650	296	1326	43	643	21
								45	859	21
35	3	1	5	3.0	900	569	1829	82	206	28
								85	154	28
								87	739	28
36	1	1	0	3.4	900	440	1803	82	206	28
								85	154	28
								87	739	28

Tabel 4.10 Data untuk masukan program Transyt, periode siang (sambungan)

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
41	1	2	7	4.0	650	1237	2142	32	864	24
								35	569	24
42	1	1	0	2.8	650	145	1453	32	864	24
								35	569	24
43	3	1	6	4.0	200	880	2352	0	0	20
44	1	1	0	3.0	200	228	1540	0	0	20
45	2	3	7	3.5	350	987	1898	53	635	20
								55	450	20
								58	304	20
46	1	1	0	3.5	350	244	1836	53	635	20
								55	450	20
								58	304	20
51	1	2	5	3.5	350	754	1836	41	1109	19
								44	228	19
52	1	1	0	3.5	350	136	1836	41	1109	19
								44	228	19
53	2	4	6	6.3	200	946	2952	0	0	22
54	1	1	0	3.3	200	263	1694	0	0	22
55	4	1	7	5.5	200	1092	2885	0	0	26
56	1	1	0	3.0	200	68	1574	0	0	26
57	3	4	0	6.0	950	485	709	62	1199	22
								63	510	22
								65	191	22
58	1	1	0	4.0	950	304	1986	62	1199	22
								63	510	22
								65	191	22
61	3	1	6	6.4	700	518	3425	71	1693	19
								74	671	19
								77	14	20
62	1	1	0	3.0	700	1199	1557	71	1693	19
								74	671	19
								77	14	20
63	1	2	7	6.0	200	1047	3465	0	0	25
64	1	1	0	2.5	200	231	1298	0	0	25
65	2	3	7	4.0	200	275	2181	0	0	28
66	1	1	0	3.0	200	104	1540	0	0	28
71	3	1	6	6.2	290	1800	3294	81	1161	18
								84	103	18
								87	162	18
72	1	1	0	2.5	290	318	1312	81	1161	18
								84	103	18
								87	162	18
73	2	3	7	5.0	1300	315	1984	41	128	24
								43	237	24
								46	244	24
74	1	1	0	3.0	1300	671	1489	41	128	24
								43	237	24
								46	244	24
75	1	2	5	5.4	700	1186	3017	63	536	25
								66	104	25

Tabel 4.10 Data untuk masukan program Transyt, periode siang (sambungan)

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
76	1	1	0	2.5	700	147	1312	63	536	25
								66	104	25
77	2	3	7	4.0	200	48	1131	0	0	30
78	1	1	0	2.5	200	125	1340	0	0	30
81	2	3	6	5.0	900	1242	2664	91	921	23
								94	457	23
								97	70	23
82	1	1	0	2.5	900	206	1312	91	921	23
								94	457	23
								97	70	23
83	3	1	6	5.4	900	494	2117	31	319	28
								34	296	28
84	1	1	0	2.5	900	103	1312	31	319	28
								34	296	28
85	1	2	6	7.0	290	904	3754	73	235	19
								75	866	19
								78	125	19
86	1	1	0	2.5	290	206	1298	73	235	19
								75	866	19
								78	125	19
87	3	1	6	4.8	200	930	1606	0	0	22
88	1	1	0	2.5	200	397	1298	0	0	22
91	2	3	5	5.0	850	975	2647	101	1102	26
								104	165	26
92	1	1	0	2.5	850	304	1298	101	1102	26
								104	165	26
93	3	1	5	4.0	770	335	1665	21	275	22
								23	151	22
								26	112	22
94	1	2	0	2.5	770	457	1255	21	175	22
								23	151	22
								26	112	22
95	1	2	6	5.0	900	1415	2671	83	228	24
								85	749	24
								88	397	24
96	1	1	0	2.5	900	54	1270	83	228	24
								85	749	24
								88	397	24
97	3	1	5	3.0	200	175	666	0	0	30
98	1	1	0	2.5	200	151	1157	0	0	30
101	2	3	6	3.5	200	1102	1797	0	0	23
102	1	1	0	3.5	200	187	1797	0	0	23
103	3	1	6	3.5	1100	227	1797	13	43	26
								16	288	26
104	1	1	0	3.5	1100	165	1797	13	43	26
								16	288	26
105	1	2	6	3.6	850	122	1930	93	258	26
								95	1119	26
								98	151	26
106	1	1	0	3.6	850	896	1868	93	258	26
								95	1119	26
								98	151	26

Tabel 4.11 Data siklus dan fase untuk masukan program Transyt, periode siang

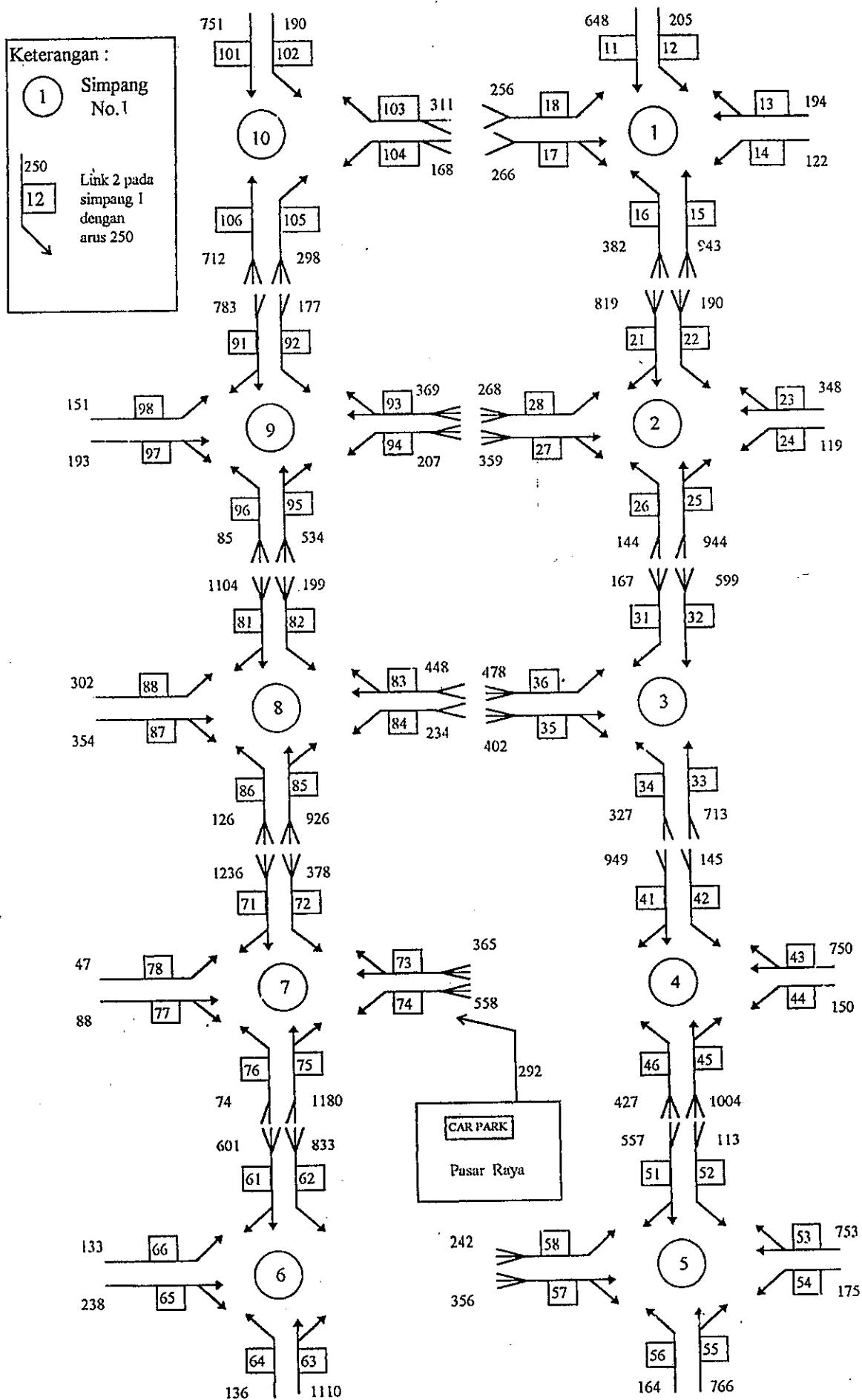
No. Simpang	Waktu Siklus (detik)	Tipe Siklus	Jumlah Fase	Awal Fase detik ke : (Fase 1,2 3 4)	Waktu Hijau Minimum (dtk)
1	100	Tunggal	3	0, 47, 74	10,10,10
2	110	Tunggal	3	0, 42, 78	10,10,10
3	95	Tunggal	3	0, 25, 65	10,10,10
4	130	Tunggal	3	0, 47, 83	10,10,10
5	128	Tunggal	4	0, 20, 56, 88	10,10,10,10
6	125	Tunggal	3	0, 42, 79	10,10,10
7	108	Tunggal	3	0, 36, 68	10,10,10
8	98	Tunggal	3	0, 31, 67	10,10,10
9	94	Tunggal	3	0, 36, 69	10,10,10
10	110	Tunggal	3	0, 38, 79	10,10,10

Tabel 4.12 Arus persimpangan maksimum pada waktu hijau, periode sore (16.30-17.30)

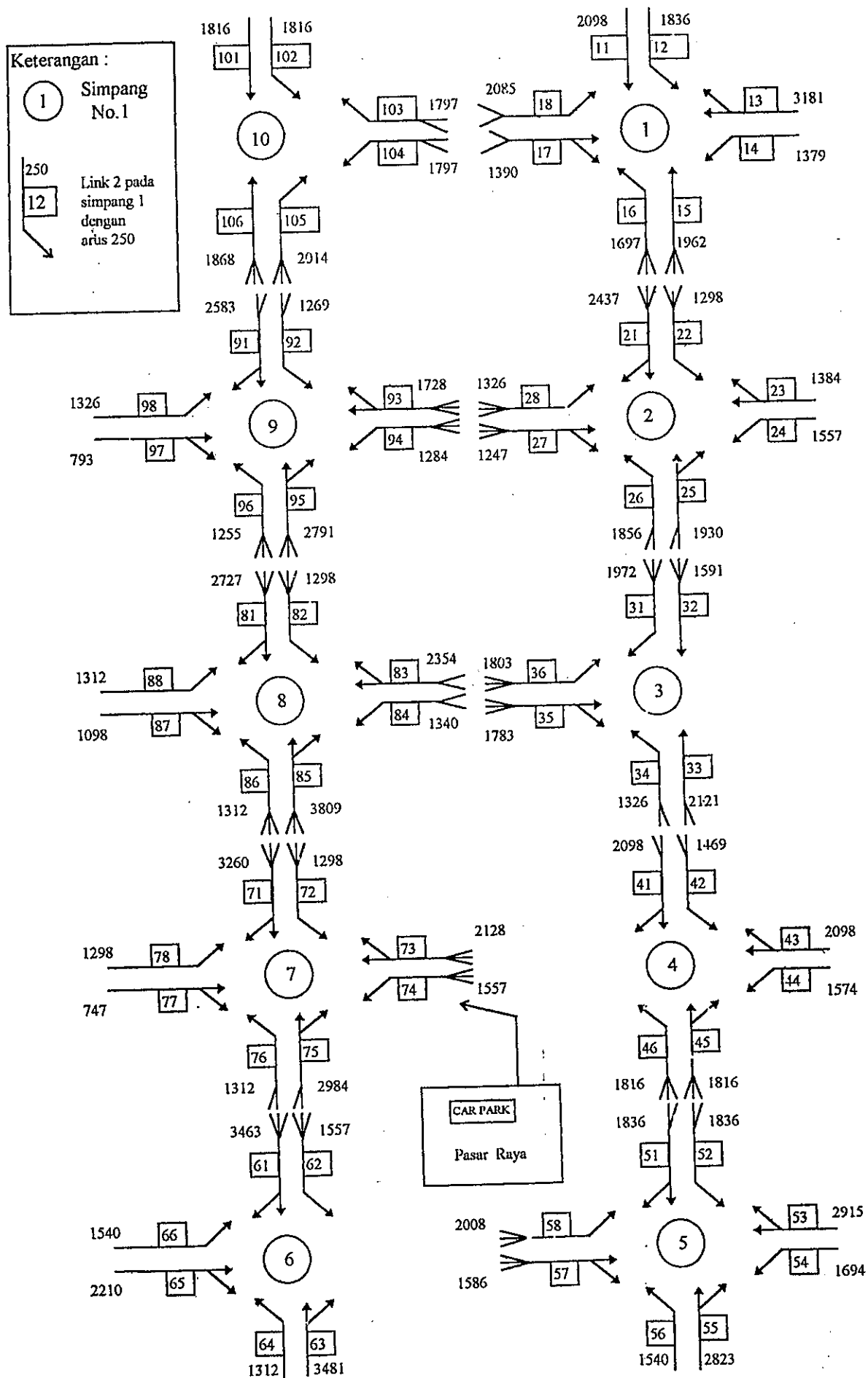
Nama Jalan Lengan Simpang	Waktu hijau ke	Mobil Penumpang			Bus / Truk			Sepeda Motor			Total Kend. Bermotor			Kend. Tak Bermotor			Total
		Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	
- Simpang 1																	
Khatib Sulaiman	4	4	17	0	1	0	0	2	5	0	7	22	0	1	0	0	30
Rasuna Said	13	9	23	0	0	0	0	8	16	0	17	39	0	0	0	0	56
Raden Saleh	22	5	2	4	1	0	0	4	2	3	10	4	7	2	1	0	24
K.Ahmad Dahlan	9	3	2	2	0	0	0	2	4	3	5	6	5	0	0	0	16
- Simpang 2																	
Rasuna Said	8	5	19	4	0	0	0	4	7	3	9	26	7	1	0	0	43
Sudirman	18	4	23	3	0	0	0	2	10	4	6	33	7	0	0	0	46
Ujung Gurun	12	7	3	3	0	1	0	6	7	2	13	11	5	0	0	0	29
K Mangunsarkoro	15	3	4	3	0	0	0	3	3	6	6	7	9	0	1	0	23
- Simpang 3																	
Sudirman (U)	14	0	15	4	0	0	0	0	4	2	0	19	6	0	0	0	25
Sudirman (S)	8	8	18	0	0	0	0	3	4	0	11	22	0	0	0	0	33
A.Yani	9	12	0	10	0	0	0	3	0	3	15	0	13	0	0	0	28
- Simpang 4																	
Sudirman	13	5	23	9	0	0	0	1	9	2	6	32	11	0	0	0	49
Aziz Chan	15	15	28	6	0	0	0	2	7	4	17	35	10	2	0	0	64
Pasar Koya																	0
Agus Salim	9	5	6	19	0	0	0	2	6	4	7	12	23	0	0	0	42
- Simpang 5																	
Aziz Chan (U)	3	3	10	8	0	0	0	5	4	5	8	14	13	0	0	0	35
Aziz Chan (S)	6	5	12	14	0	0	0	4	2	4	9	14	18	2	0	0	43
M.Yamin	9	8	7	4	0	0	0	3	2	2	11	9	6	0	2	1	29
Proklamasi	19	5	10	14	0	0	0	6	6	4	11	16	18	2	0	0	47
- Simpang 6																	
Pemuda	14	26	10	4	1	1	3	8	5	3	35	16	10	2	0	0	63
Diponegoro	20	3	20	16	1	0	1	2	3	3	6	23	20	1	0	0	50
Hang Tuah	5	4	3	2	0	0	2	3	2	1	7	5	5	1	0	0	16
M Yamin																	
- Simpang 7																	
Damar	8	9	29	2	1	3	0	5	10	1	15	42	3	2	0	0	62
Pemuda	19	2	26	8	0	0	0	1	6	1	3	32	9	0	0	0	44
Koto Marapak	18	1	1	0	0	0	0	2	2	2	3	3	2	1	0	0	9
Blk. Olo	10	15	2	6	1	0	1	2	1	3	18	3	10	1	0	0	32
- Simpang 8																	
Veteran	6	5	19	6	0	2	0	2	9	3	7	30	9	1	0	0	47
Damar	9	3	21	3	0	0	0	2	4	2	5	25	5	0	0	0	35
Olo Ladang	20	5	6	2	2	0	0	3	3	1	10	9	3	0	0	0	22
A.Yani	5	6	4	7	0	0	0	3	1	2	9	5	9	1	0	0	24
- Simpang 9																	
Juanda	11	4	16	1	0	2	0	3	3	1	7	21	2	2	0	0	32
Veteran	23	2	22	6	0	2	1	1	6	3	3	30	10	2	1	0	46
Purus V	16	2	1	2	1	0	0	3	3	2	6	4	4	1	0	0	15
Ujung Gurun	14	5	2	6	0	0	0	2	1	3	7	3	9	1	0	0	20
- Simpang 10																	
S.Perman	10	5	18	0	0	3	0	4	5	0	9	26	0	1	0	0	36
Juanda	18	0	16	7	0	3	1	0	9	4	0	28	12	0	1	0	41
Raden Saleh	15	3	0	7	1	0	1	4	0	6	8	0	14	1	0	0	23

Tabel 4.13 Arus persimpangan per jam (kendaraan/jam), periode sore (16.30-17.30)

Nama Jalan Lengan Simpang	Waktu Siklus	Mobil Penumpang			Bus / Truk			Sepeda Motor			Total Kend. Bermotor			Kend. Tak Bermotor			Total
		Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	
- Simpang 1	100																
Khalib Sulaiman	detik	144	612	0	36	0	0	72	180	0	252	792	0	36	0	0	1080
Rasuna Said		324	828	0	0	0	0	288	576	0	612	1404	0	0	0	0	2016
Raden Saleh		180	72	144	36	0	0	144	72	108	360	144	252	72	36	0	864
K.Ahmad Dahlan		108	72	72	0	0	0	72	144	108	180	213	180	0	0	0	576
- Simpang 2	110																
Rasuna Said	detik	164	622	131	0	0	0	131	229	99	294	851	230	33	0	0	1408
Sudirman		131	753	99	0	0	0	66	327	131	197	1080	230	0	0	0	1507
Ujung Gurun		229	99	99	0	33	0	197	229	66	426	361	165	0	0	0	952
K Mangunsarkoro		99	131	99	0	0	0	99	99	197	198	230	296	0	33	0	757
- Simpang 3	95																
Sudirman (U)	detik	0	569	152	0	0	0	0	152	76	0	721	228	0	0	0	948
Sudirman (S)		304	683	0	0	0	0	114	152	0	418	835	0	0	0	0	1253
A.Yani		455	0	379	0	0	0	114	0	114	569	0	493	0	0	0	1061
- Simpang 4	130																
Sudirman	detik	139	638	250	0	0	0	28	250	56	166	883	306	0	0	0	1360
Aziz Chan		416	776	167	0	0	0	56	194	111	472	970	278	56	0	0	1775
Pasar Raya																	0
Agus Salim		139	167	527	0	0	0	56	167	111	195	334	638	0	0	0	1167
- Simpang 5	128																
Aziz Chan (U)	detik	85	281	225	0	0	0	141	113	141	226	394	366	0	0	0	986
Aziz Chan (S)		141	338	394	0	0	0	113	57	113	254	544	507	57	0	0	1362
M.Yamin		225	197	113	0	0	0	85	57	57	310	254	170	0	57	29	820
Proklamasi		141	281	394	0	0	0	169	169	113	309	450	507	57	0	0	1323
- Simpang 6	125																
Pemuda	detik	749	288	116	29	29	87	231	144	87	1009	461	290	58	0	0	1817
Diponegoro		87	576	461	29	0	29	58	87	87	173	663	577	29	0	0	1442
Hang Tuah		116	87	58	0	0	58	87	58	29	203	145	144	29	0	0	521
M.Yamin																	
- Simpang 7	108																
Damar	detik	300	966	67	34	100	0	167	333	34	501	1399	101	67	0	0	2067
Pemuda		67	866	267	0	0	0	34	200	34	101	1066	301	0	0	0	1468
Koto Marapak		34	34	0	0	0	0	67	67	67	101	101	67	34	0	0	302
Bik. Oto		500	67	200	34	0	34	67	34	100	601	101	334	34	0	0	1070
- Simpang 8	98																
Veteran	detik	184	698	221	0	74	0	74	331	111	258	1374	332	37	0	0	2000
Damar		111	771	111	0	0	0	74	147	74	185	918	185	0	0	0	1288
Olo Ladang		184	221	74	74	0	0	111	111	37	369	332	111	0	0	0	811
A.Yani		221	147	257	0	0	0	111	37	74	332	184	331	37	0	0	884
- Simpang 9	94																
Juanda	detik	154	613	39	0	77	0	115	115	39	269	805	78	77	0	0	1229
Veteran		77	843	230	0	77	39	39	230	115	116	1149	384	77	39	0	1765
Purus V		77	39	77	39	0	0	115	115	77	231	154	154	39	0	0	578
Ujung Gurun		192	77	230	0	0	0	77	39	115	268	116	345	39	0	0	768
- Simpang 10	110																
S.Parman	detik	164	589	0	0	99	0	131	164	0	295	851	0	33	0	0	1178
Juanda		0	524	229	0	99	33	0	295	131	0	918	393	0	33	0	1343
Raden Saleh		99	0	229	33	0	33	131	0	197	263	0	459	33	0	0	755



Gambar 4.7 Diagram Pergerakan, Arus, Persimpangan , pada periode Sore.



Gambar 4.8 Diagram Pergerakan, Arus jenuh, Persimpangan, pada periode Sore

Tabel 4.14 Data untuk masukan program Transyt, periode sore

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
11	1	2	6	4.0	200	648	2098	0	0	28
12	1	1	0	3.5	200	205	1836	0	0	28
13	2	3	6	6.0	200	194	3181	0	0	27
14	1	1	0	2.6	200	122	1379	0	0	27
15	1	2	6	3.7	950	943	1962	23	178	28
								25	818	28
								28	268	28
16	1	1	0	3.2	950	382	1697	23	178	28
								25	818	28
								28	268	28
17	3	1	6	2.8	1100	266	1390	102	190	30
								105	298	30
18	1	1	0	4.2	1100	256	2085	102	190	30
								105	298	30
21	1	2	7	4.5	950	819	2437	11	648	20
								14	122	20
								17	180	20
22	1	1	0	2.5	950	190	1298	11	648	20
								14	122	20
								17	180	20
23	3	1	7	3.0	200	348	1384	0	0	26
24	1	1	0	3.0	200	119	1557	0	0	26
25	2	3	6	3.5	1000	944	1930	33	713	25
								36	478	25
26	1	1	0	3.5	1000	144	1856	33	713	25
								36	478	25
27	3	1	7	3.0	770	359	1247	92	177	19
								95	304	19
								97	85	19
28	1	1	0	2.5	770	268	1326	92	177	19
								95	304	19
								97	85	19
31	1	2	5	3.5	1000	167	1972	21	668	28
								24	119	28
								27	125	28
32	1	1	0	3.0	1000	599	1591	21	668	28
								24	119	28
								27	125	28
33	2	3	5	4.0	650	713	2121	43	549	20
								45	815	20
34	1	1	0	2.5	650	327	1326	43	549	20
								45	815	20
35	3	1	5	3.0	900	402	1783	82	199	26
								85	126	26
								87	265	26
36	1	1	0	3.4	900	478	1803	82	199	26
								85	126	26
								87	265	26

Tabel 4.14 Data untuk masukan program Transyt, periode sore (sambungan)

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
41	1	2	7	4.0	650	949	2098	32	599	20
								35	402	20
42	1	1	0	2.8	650	145	1469	32	599	20
								35	402	20
43	3	1	6	4.0	200	750	2098	0	0	22
44	1	1	0	3.0	200	150	1574	0	0	22
45	2	3	7	3.5	350	1004	1816	53	439	17
								55	349	17
								58	242	17
46	1	1	0	3.5	350	427	1816	53	439	17
								55	349	17
								58	242	17
51	1	2	5	3.5	350	557	1836	41	688	18
								44	150	18
52	1	1	0	3.5	350	113	1836	41	688	18
								44	150	18
53	2	4	6	6.3	200	753	2915	0	0	24
54	1	1	0	3.3	200	175	1694	0	0	24
55	4	1	7	5.5	200	766	2823	0	0	28
56	1	1	0	3.0	200	164	1540	0	0	28
57	3	4	6	6.0	950	356	1586	62	833	18
								63	516	18
								65	99	18
58	1	1	0	4.0	950	242	2008	62	833	18
								63	516	18
								65	99	18
61	3	1	6	6.4	700	601	3463	71	1163	16
								74	558	16
								77	27	16
62	1	1	0	3.0	700	833	1557	71	1163	16
								74	558	16
								77	27	16
63	1	2	7	6.0	200	1110	3481	0	0	25
64	1	1	0	2.5	200	136	1312	0	0	25
65	2	3	7	4.0	200	238	2210	0	0	28
66	1	1	0	3.0	200	133	1540	0	0	28
71	3	1	6	6.2	290	1236	3260	81	860	15
								84	243	15
								87	89	15
72	1	1	0	2.5	290	378	1298	81	860	15
								84	243	15
								87	89	15
73	2	3	7	5.0	1300	365	2128	41	261	19
								43	200	19
								46	427	19
74	1	1	0	3.0	1300	558	1557	41	261	19
								43	200	19
								46	427	19
75	1	2	5	5.4	700	1180	2984	63	593	16
								66	133	16

Tabel 4.14 Data untuk masukan program Transyt, periode sore (sambungan)

No. Pergerakan	Fase		Antar Hijau	Lebar (m)	Panjang (m)	Arus smp/j	Arus jenuh smp/j-h	Asal Arus		
	Awal	Akhir						No. Pergerakan	Arus smp/j	Kec. Jel km/j
76	1	1	0	2.5	700	74	1312	63	593	16
								66	133	16
77	2	3	7	4.0	200	88	747	0	0	30
78	1	1	0	2.5	200	47	1298	0	0	30
81	2	3	6	5.0	900	1104	2727	91	736	24
								94	207	24
								97	108	24
82	1	1	0	2.5	900	199	1298	91	736	24
								94	207	24
								97	108	24
83	3	1	6	2.4	900	448	2354	31	167	25
								34	327	25
84	1	1	0	2.5	900	234	1340	31	167	25
								34	327	25
85	1	2	6	7.0	290	926	3809	73	284	15
								75	906	15
								78	47	15
86	1	1	0	2.5	290	126	1312	73	284	15
								75	906	15
								78	47	15
87	3	1	6	4.8	200	354	1098	0	0	25
88	1	1	0	2.5	200	302	1312	0	0	25
91	2	3	5	5.0	850	783	2583	101	751	28
								104	168	28
92	1	1	0	2.5	850	177	1269	101	751	28
								104	168	28
93	3	1	5	4.0	770	369	1728	21	151	20
								23	171	20
								26	144	20
94	1	2	0	2.5	770	207	1284	21	151	20
								23	171	20
								26	144	20
95	1	2	6	5.0	900	534	2791	83	287	24
								85	800	24
								88	302	24
96	1	1	0	2.5	900	85	1255	83	287	24
								85	800	24
								88	302	24
97	3	1	5	3.0	200	193	793	0	0	30
98	1	1	0	2.5	200	151	1326	0	0	30
101	2	3	6	3.5	200	751	1816	0	0	25
102	1	1	0	3.5	200	190	1816	0	0	25
103	3	1	6	3.5	1100	311	1797	13	101	28
								16	382	28
104	1	1	0	3.5	1100	168	1797	13	101	28
								16	382	28
105	1	2	6	3.6	850	298	2014	93	276	25
								95	230	25
								98	151	25
106	1	1	0	3.6	850	712	1868	93	276	25
								95	230	25
								98	151	25

Tabel 4.15 Data siklus dan fase untuk masukan program Transyt, periode sore.

No. Simpang	Waktu Siklus (detik)	Tipe Siklus	Jumlah Fase	Awal Fase detik ke : (Fase 1,2 3 4)	Waktu Hijau Minimum (dk)
1	100	Tunggal	3	0, 48, 74	10,10,10
2	110	Tunggal	3	0, 42, 78	10,10,10
3	95	Tunggal	3	0, 25, 65	10,10,10
4	130	Tunggal	3	0, 47, 83	10,10,10
5	128	Tunggal	4	0, 20, 56, 88	10,10,10,10
6	125	Tunggal	3	0, 42, 79	10,10,10
7	108	Tunggal	3	0, 36, 68	10,10,10
8	98	Tunggal	3	0, 31, 67	10,10,10
9	94	Tunggal	3	0, 36, 69	10,10,10
10	110	Tunggal	3	0, 38, 79	10,10,10

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Nilai Waktu

Sebelum program dijalankan, konstanta yang perlu diperhatikan adalah nilai waktu. Sebagaimana dipaparkan pada Bab II, bahwa Indeks Kinerja (PI) merupakan jumlah total biaya tundaan dan total biaya berhenti, sebagaimana terlihat pada persamaan 2.9 di Bab II.

Transyt memberikan suatu fasilitas untuk menetapkan nilai biaya tundaan dan biaya berhenti. Sebagai acuan untuk kondisi Inggris, dimana Program ini dibuat, adalah sebagai berikut :

- Biaya tundaan = 570 sen dolar tiap smp-jam tundaan rata-rata.
- Biaya berhenti tiap 100 kendaraan = 90 sen dolar tiap 100 smp berhenti.

Biaya tundaan adalah estimasi biaya arus lalu lintas kendaraan pada kondisi rata-rata. Sedangkan biaya berhenti adalah estimasi penggunaan bahan bakar selama berhenti.

Sampai saat ini belum didapat data nilai konstanta biaya tundaan dan biaya berhenti untuk kota Padang terutama untuk jalan-jalan utamanya. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan konstanta nilai waktu standar Transyt tersebut di atas. Seandainya nanti ada penelitian mengenai hal ini untuk kota Padang maka nilai tersebut dapat digunakan, dan untuk mengkonversikan nilai standar Transyt agar sesuai dengan kondisi kota Padang dapat dijelaskan berikut ini.

Dari persamaan 2.9 terlihat bahwa Indeks Kinerja (PI) adalah terdiri dari dua

faktor, yaitu :

$$PI = \sum_{i=1}^N (W_i \cdot w_i \cdot d_i + \frac{K}{100} k_i \cdot s_i) \quad (2.9)$$

1. Total biaya tundaan (COD*) untuk Inggris :

$$\text{COD}^* = \sum W. w_i . d_i = W \sum w_i . d_i \quad (5.1)$$

$W = 570$ (sen dolar) tiap smp-jam tundaan rata-rata

$w_i =$ jumlah kendaraan yang mengalami tundaan pada pergerakan i .

$d_i =$ lamanya tundaan pada pergerakan i .

2. Total biaya berhenti (COS*) untuk Inggris :

$$\text{COS}^* = \sum K / 100. k_i . s_i = K \sum 1/100. k_i . s_i \quad (5.2)$$

$K = 90$ (sen dolar) tiap 100 smp berhenti

$k_i =$ jumlah kendaraan yang berhenti pada pergerakan i .

$s_i =$ lamanya berhenti pada pergerakan i .

Karena nilai W dan K untuk kota Padang belum didapat maka pada penelitian ini digunakan nilai W dan K untuk kondisi Inggris. Akibatnya nilai Total biaya tundaan dan nilai Total biaya berhenti merupakan nilai relatif terhadap kondisi Inggris. Sehingga Indeks Kinerja juga adalah nilai relatif terhadap kondisi Inggris.

$$\text{PI}^* = \text{COD}^* + \text{COS}^* \quad (5.3)$$

Seandainya nanti nilai W dan K untuk kota Padang diketahui maka nilai tersebut dapat dimasukkan ke dalam hasil perhitungan pada Bab V ini dengan ketentuan berikut,

$$\text{a. } \text{COD}^* = 570 / A . \text{COD}$$

$$\text{COD} = A / 570 . \text{COD}^* \quad (5.4)$$

Keterangan : $\text{COD} =$ Total biaya tundaan Padang

$\text{COD}^* =$ Total biaya tundaan Inggris

$A =$ Nilai biaya tundaan untuk kondisi Padang.

$$b. \text{COS}^* = 90 / B \cdot \text{COS}$$

$$\text{COS} = B / 90 \cdot \text{COS}^* \quad (5.5)$$

Keterangan : COS = Total biaya berhenti Padang

COD* = Total biaya berhenti Inggris

B = Nilai biaya 100 kendaraan berhenti untuk kondisi Padang.

Sehingga Total Indeks Kinerja untuk kota Padang menjadi :

$$PI = COD + COS \quad (5.6)$$

A/570 dan B/90 suatu faktor untuk mengkonversikan angka standar Transyt (dengan W=570 dan K=90, kondisi Inggris) terhadap suatu kota yang nilainya belum diketahui. (Fauwaz. F,1999)

5.2 Perhitungan Kondisi Eksisting

Seperti dijelaskan sebelumnya, pada penelitian ini terdapat tiga periode waktu yaitu periode pagi, siang dan sore. Oleh karena itu, di bab ini analisa mengenai kondisi eksisting juga dibagi menjadi tiga periode tersebut.

5.2.1 Perhitungan Kondisi Eksisting pada Periode Pagi

Data input yang telah disusun dimasukkan ke dalam program Transyt, kemudian program siap dieksekusi dan akan mengeluarkan hasil-hasil yang diantaranya dapat dilihat pada bagian berikut ini.

Tabel 5.1 Indeks Kinerja kondisi eksisting pada periode Pagi

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B. Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn.Bakar* (litr/jam)
Kondisi Eksisting					
(1)	2,7	41715,2	142,0	41857,2	12289,4
(2)	2,8	41588,8	149,3	41735,1	12269,3
(3)	3,2	34649,8	138,1	34788,0	10547,9
(4)	3,5	31656,8	150,6	31807,4	9832,7

Keterangan :

- (1) = Kondisi eksisting dengan pilihan Equisat (E_q)=0 yaitu 'optimasi waktu hijau tiap persimpangan tidak dilakukan' dan Optimisation (Opt)=0 yaitu 'koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan tidak dilakukan' oleh program Transyt.
- (2) = Kondisi eksisting dengan pilihan Equisat (E_q)=1 yaitu 'optimasi waktu hijau (dari awal untuk individual masing-masing persimpangan) dilakukan' dan Optimisation (Opt)=0 yaitu 'koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan tidak dilakukan'.
- (3) = Kondisi eksisting dengan pilihan Equisat (E_q)=0 yaitu 'optimasi waktu hijau tiap persimpangan tidak dilakukan' dan Optimisation (Opt)=1 yaitu 'koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan dilakukan' oleh program Transyt.
- (4) = Kondisi eksisting dengan pilihan Equisat (E_q)=1 yaitu 'optimasi waktu hijau (dari awal untuk individual masing-masing persimpangan) dilakukan' dan Optimisation (Opt)=1 yaitu 'koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan dilakukan' dengan mengatur kembali waktu hijau untuk mendukung proses koordinasi tersebut.

Waktu siklus yang digunakan pada perhitungan di atas adalah 126 detik yang merupakan waktu siklus maksimum kondisi eksisting, yaitu pada persimpangan (*node*) 5 (lihat Tabel 4.2). Masing-masing persimpangan menggunakan waktu siklus tersebut dengan tipe tunggal, hal ini karena tidak ada persimpangan yang waktu siklusnya lebih kecil atau mendekati setengah dari waktu siklus maksimum.

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa kondisi eksisting yang tidak dioptimasi dan dikoordinasi ternyata memiliki kecepatan rata-rata rendah dan indeks kinerja besar, namun setelah dioptimasi kecepatan rata-rata dapat ditingkatkan dan indeks kinerja dapat diminimumkan. Model 4 ($E_q=1$, $Op=1$) di atas akan dipakai pada perhitungan selanjutnya.

5.2.2 Perhitungan Kondisi Eksisting pada Periode Siang

Proses perhitungan pada kondisi siang sama dengan kondisi pagi. Data input yang telah disusun dimasukkan ke dalam program Transyt, kemudian program siap dieksekusi dan akan mengeluarkan hasil-hasil yang diantaranya dapat dilihat pada bagian berikut ini.

Tabel 5.2 Indeks Kinerja kondisi eksisting pada periode Siang

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B. Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn.Bakar* (ltr/jam)
Kondisi Eksisting					
(1)	2,5	49853,0	115,8	49968,8	14632,7
(2)	2,6	49566,8	112,1	49678,9	14556,5
(3)	2,8	45249,6	116,9	45366,5	13503,8
(4)	3,3	36957,9	100,5	37058,4	11441,0

Keterangan :

(1) = Kondisi eksisting Eq.= 0, dan Opt.= 0

(2) = Kondisi eksisting Eq.= 1, dan Opt.= 0

(3) = Kondisi eksisting Eq.= 0, dan Opt.= 1

(4) = Kondisi eksisting Eq.= 1, dan Opt.= 1

Waktu siklus yang digunakan pada perhitungan di atas adalah 130 detik yang merupakan waktu siklus maksimum kondisi eksisting, yaitu pada persimpangan (*node*) 4 (lihat Tabel 4.2). Masing-masing persimpangan menggunakan waktu siklus tersebut dengan tipe tunggal, hal ini karena tidak ada persimpangan yang waktu siklusnya lebih kecil atau mendekati $\frac{1}{2} \times 130$ detik.

Tabel 5.2 menunjukkan bahwa kondisi eksisting ternyata memiliki kecepatan rata-rata rendah dan indeks kinerja besar, namun setelah dioptimasi dan koordinasi kecepatan rata-rata dapat ditingkatkan dan indeks kinerja dapat diturunkan. Model 4 di atas (Eq=1 dan Opt=1) akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

5.2.3 Perhitungan Kondisi Eksisting pada Periode Sore

Proses perhitungan pada kondisi sore sama dengan kondisi siang. Data input yang telah disusun dimasukkan ke dalam program Transyt, kemudian program siap dieksekusi dan akan mengeluarkan hasil-hasil yang diantaranya dapat dilihat pada bagian berikut ini.

Tabel 5.3 Indeks Kinerja kondisi eksisting pada periode Sore

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B. Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn.Bakar* (litr/jam)
Kondisi Eksisting					
(1)	2,7	35676,1	79,6	35755,7	10664,8
(2)	2,8	34588,8	75,0	34663,8	10390,5
(3)	3,4	27575,9	76,3	27652,2	8670,0
(4)	3,3	28366,1	70,5	28436,6	8855,0

Keterangan :

(1) = Kondisi eksisting Eq.= 0, dan Opt.= 0

(2) = Kondisi eksisting Eq.= 1, dan Opt.= 0

(3) = Kondisi eksisting Eq.= 0, dan Opt.= 1

(4) = Kondisi eksisting Eq.= 1, dan Opt.= 1

Waktu siklus yang digunakan pada perhitungan di atas adalah 130 detik yang merupakan waktu siklus maksimum kondisi eksisting, yaitu pada persimpangan (*node*) 4 (lihat Tabel 4.2). Masing-masing persimpangan menggunakan waktu siklus tersebut dengan tipe tunggal, hal ini karena tidak ada persimpangan yang waktu siklusnya lebih kecil atau mendekati $\frac{1}{2} \times 130$ detik.

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa kondisi eksisting yang tidak dioptimasi ternyata memiliki kecepatan rata-rata rendah dan indeks kinerja besar, namun setelah dioptimasi kecepatan rata-rata dapat ditingkatkan dan indeks kinerja dapat diminimumkan. Model 3 dan 4 di atas akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

5.3 Optimasi dengan Menentukan Beberapa Strategi Alternatif

Untuk mendapatkan indeks kinerja yang lebih baik (minimum) dari kondisi di atas, perlu dicari beberapa strategi alternatif lain dengan cara simulasi model. Indikator utama adalah bagaimana meminimumkan indeks kinerja.

Langkah-langkah yang diambil adalah sebagai berikut :

Alternatif 1 : Menetapkan waktu siklus sistem dengan cara simulasi, dan menentukan waktu siklus dengan indeks kinerja terbaik.

Alternatif 2 : Memilih tipe waktu siklus masing-masing persimpangan, apakah tunggal atau ganda. Dilakukan juga dengan mengkombinasikan beberapa persimpangan sekaligus dengan tipe ganda. Tentukan tipe dengan indeks kinerja terbaik.

Alternatif 3 : Melakukan perbaikan geometrik dengan cara penggeseran marka agar lebar lajur relevan dengan volume kendaraan. Pada suatu lengan simpang terdapat lebar lajurnya lebih besar namun volume yang lewat lebih kecil, seperti biasanya lajur belok kiri, maka dijadikan 2,5 meter (seperti pada Gambar A.1, Lampiran A). Dengan cara ini efisiensi ruang jalan dapat dilakukan, tercermin dari arus jenuh yang sesuai volume kendaraan yang lewat.

Alternatif 4 : Melakukan modifikasi fase pada persimpangan untuk mendukung proses optimasi sehingga indeks kinerja dapat lebih diminimumkan.

5.3.1 Optimasi pada Kondisi Periode Pagi

1. Penerapan Alternatif 1.

Sebagaimana diketahui bahwa syarat untuk koordinasi, waktu siklus masing-masing persimpangan harus sama dengan waktu siklus sistem / jaringan yang telah ditetapkan, atau waktu siklus jaringan adalah kelipatan dari waktu siklus persimpangan.

Pada bagian ini akan dihitung indeks kinerja dari beberapa alternatif waktu siklus jaringan. Kemudian dipilih waktu siklus dengan indeks kinerja minimum. Waktu antar hijau yang dipilih adalah 5 detik, yaitu 3 detik untuk waktu kuning dan 2 detik untuk waktu merah semua (*all red*). Sedangkan perubahan hijau efektif adalah 3 detik untuk awal, 2 detik untuk akhir. Setelah program dieksekusi maka akan keluar hasil sebagai berikut :

Tabel 5.4 Simulasi Waktu Siklus untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Pagi.

Model	Waktu Siklus (detik)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam) Eksisting 4
P1	80	34086,4
P2	90	31274,5
P3	100	32444,1
P4	110	31831,9
P5	120	33771,7
P6	130	33309,4
P7	140	35240,7
P8	150	33281,1
P9	160	35354,9
P10	170	33392,9
P11	180	34240,4

2. Penerapan Alternatif 2.

Tipe waktu siklus disimulasikan dengan cara mengganti waktu siklus masing-masing persimpangan yang tadinya tunggal menjadi ganda (dua kali waktu siklus sistem). Misalnya waktu siklus sistem adalah 110 detik, maka waktu siklus persimpangan adalah $\frac{1}{2} \times 110 = 55$ detik. Simulasi dilakukan juga dengan menggabungkan beberapa simpang memakai waktu siklus ganda. Hasil keluaran program terdapat pada tabel 5.5 berikut ini :

Tabel 5.5 Simulasi Tipe Siklus untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Pagi.

Model	Waktu Siklus (detik)	Waktu Siklus Ganda (persimpangan)	In. Kinerja (PI)* (\$/jam)
G1	90	1	31572,3
G2	90	2	28823,3
G3	90	3	32320,4
G4	90	4	34876,1
G5	90	6	31319,3
G6	90	7	31463,4
G7	90	8	30895,8
G8	90	9	30040,6
G9	90	10	29080,9
G10	90	2,9	31374,2
G11	90	7,8,9	30460,1
G12	90	2,3,8,9	30523,8
...	

Dari Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 di atas terlihat bahwa indeks kinerja terbaik adalah pada model 4 kondisi eksisting yang sudah dioptimasi dan koordinasi ($E_q=1$, $Opt=1$) dengan waktu siklus 90 detik. Pada simulasi tipe ganda waktu siklus didapat indeks kinerja yang lebih baik (lebih kecil dari alternatif 1), tetapi ini tidak digunakan karena menghasilkan waktu hijau yang kecil dari 10 detik.

3. Penerapan Alternatif 3.

Alternatif 3 adalah melakukan perbaikan geometrik untuk mendapatkan indeks kinerja yang lebih baik. Perbaikan geometrik yang dilakukan adalah dalam bentuk menggeser marka agar lebar lajur relevan dengan volume dan arah pergerakan arus kendaraan. Dasar pertimbangannya adalah pada kondisi eksisting sebagian penempatan marka tidak tepat, lebar lajur tidak mencerminkan volume kendaraan yang melewatinya. Misalnya, untuk belok kiri lebar lajur banyak yang besar padahal volumenya kecil, seperti pada Jalan Aziz Chan (selatan) persimpangan nomor 5. Perubahan dilakukan menjadikan lebar lajur belok kiri 2,5 meter, seperti digambarkan pada Gambar A.1 di Lampiran A.

Dilakukan juga perubahan satu simpang dan kombinasi beberapa simpang. Perubahan ini akan merubah input program, yaitu arus jenuh (Tabel A.11, Lampiran A)

Tabel 5.6 Simulasi Perubahan Geometrik untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Pagi.

Model	Waktu Siklus (detik)	Perubahan Geometrik (persimpangan)	In. Kinerja (PI)* (\$/jam)
GEO1	90	1,2,3,4,5,6,10	30427,1
GEO2	90	3	30437,1
GEO3	90	6	30363,8
GEO4	90	7	30500,8
GEO5	90	8	30403,9
GEO6	90	9	30454,7
GEO7	90	10	30060,8
GEO8	90	6,10	29997,7
GEO9	90	6,8	30340,6
GEO10	90	6,7	30434,5
GEO11	90	8,10	30037,6
GEO12	90	3,8	30413,7
GEO13	90	6,8,10	29974,5
GEO14	90	6,7,8	30410,9
GEO15	90	8,9,10	30072,1
...	

Pada model GEO1 yang dirubah simpang 1,2,3,4,5,6,10 dan simpang 7,8,9 tetap seperti semula (Gambar A.1, Lampiran A). Untuk model selanjutnya perubahan sama dengan model GEO1 ditambah perubahan simpang lain yang ditentukan.

Dari tabel 5.6 didapat indeks kinerja (PI) terbaik adalah pada model GEO13, yaitu waktu siklus 90 detik dan perubahan pada simpang 1,2,3,4,5,6,8, dan 10.

4. Penerapan Alternatif 4.

Penerapan alternatif 4 adalah melakukan perubahan fase. Perubahan fase untuk meningkatkan efisiensi fase yang sudah ada (kondisi eksisting) sehingga dapat lebih mendukung proses optimasi.

a. Perubahan Fase.

Dicoba dengan merubah fase pada persimpangan 7. Dasar pertimbangan untuk melakukan perubahan fase adalah : arus lurus arah utara dan selatan cukup besar (1529 dan 688 smp) dari arus belok kanan (33 dan 161 smp). Jadi waktu hijau yang ada adalah untuk melewati arus lurus sementara arus belok kanan sudah lebih dulu habis. Perubahan dilakukan dengan memisahkan arus belok kanan dan lurus. Pergerakan lurus arah utara dan selatan disatukan dalam satu fase. Pergerakan belok kanan utara dan selatan dijadikan satu fase. Pergerakan timur dan barat satu fase. Jumlah fase tetap 3.

Perubahan yang sama dilakukan juga pada simpang 8 dan 9. Ketiga simpang ini arus lurus arah utara dan selatan sangat besar dibanding arus belok kanan, dan geometriknya memungkinkan untuk memisahkan arus belok kanan dan lurus, sehingga pergerakan di lengan simpang arah utara dan selatan menjadi tiga.

Input program akan berubah pada arus, arus jenuh, fase dan asal arus. Jumlah fase tidak berubah, dan digunakan waktu siklus terbaik 90 detik (Alternatif 1). Setelah program dieksekusi maka akan keluar hasil sebagai berikut :

Tabel 5.7 Simulasi Perubahan Fase untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Pagi.

Model	Perubahan Fase (persimpangan)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam)
FA1	7	32812,8
FA2	8	32808,3
FA3	9	31646,3
FA4	7,8	30679,4
FA5	8,9	27534,4
FA6	7,9	33121,3
FA7	7,8,9	27663,2

b. Perubahan Fase disertai Perubahan Geometrik.

Perubahan dilakukan seperti di atas dan dikombinasikan dengan perubahan geometrik terbaik yang didapat dari hasil Alternatif 3. Jumlah fase tidak berubah. Menggunakan waktu siklus terbaik 90 detik.

Tabel 5.8 Simulasi Perubahan Fase untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Pagi.

Model	Perubahan Fase (persimpangan)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam)
FB1	7	30024,7
FB2	8	30095,6
FB3	9	28881,1
FB4	7,8	32107,6
FB5	8,9	26966,7
FB6	7,9	28878,2
FB7	7,8,9	31096,9

Dari tabel 5.7 terlihat bahwa perubahan fase yang dilakukan membuat indeks kinerja lebih baik (dibandingkan dengan hasil Alternatif 3).

Dari tabel 5.8 terlihat bahwa perubahan fase yang disertai dengan perubahan geometrik pada simpang lain (seperti hasil Alternatif 3) didapat hasil yang lebih baik, yaitu turunnya indeks kinerja menjadi 26966,7, yang lebih baik dibanding hasil dari Alternatif 3 dan Alternatif 4a..

5.3.2 Optimasi pada Kondisi Periode Siang

1. Penerapan Alternatif 1.

Syarat untuk koordinasi, waktu siklus masing-masing persimpangan harus sama dengan waktu siklus sistem / jaringan yang telah ditetapkan, atau waktu siklus jaringan adalah kelipatan dari waktu siklus persimpangan. Pada bagian ini akan dihitung indeks kinerja dari beberapa alternatif waktu siklus jaringan. Kemudian dipilih waktu siklus

dengan indeks kinerja minimum. Waktu antar hijau yang dipilih adalah 5 detik, yaitu 3 detik untuk waktu kuning dan 2 detik untuk waktu merah semua (*all red*). Sedangkan perubahan hijau efektif adalah 3 detik untuk awal, 2 detik untuk akhir. Setelah program dieksekusi maka akan keluar hasil sebagai berikut :

Tabel 5.9 Simulasi Waktu Siklus untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Siang.

Model	Waktu Siklus (detik)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam)
P1	80	43357,5
P2	90	31913,9
P3	100	40088,1
P4	110	40307,2
P5	120	41368,8
P6	130	37203,5
P7	140	40740,3
P8	150	42345,2
P9	160	40846,0
P10	170	43013,2
P11	180	42547,0

Dari Tabel 5.9 di atas terlihat bahwa indeks kinerja terbaik adalah pada model kondisi eksisting yang sudah dioptimasi dan koordinasi ($E_q=1$, $Opt=1$) dengan waktu siklus 90 detik.

2. Penerapan Alternatif 2.

Tipe waktu siklus disimulasikan dengan cara mengganti waktu siklus masing-masing persimpangan yang tadinya tunggal menjadi ganda (setengah waktu siklus sistem). Misalnya waktu siklus sistem adalah 90 detik, maka waktu siklus persimpangan adalah $\frac{1}{2} \times 90 = 45$ detik. Simulasi menggunakan waktu siklus terbaik 90 detik dari Alternatif 1 dan simulasi juga menggabungkan beberapa simpang memakai waktu siklus ganda. Hasil simulasi tersebut terdapat pada tabel 5.10 berikut ini :

Tabel 5.10 Simulasi Tipe Siklus untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Siang.

Model	Waktu Siklus (detik)	Waktu Siklus Ganda (persimpangan)	In. Kinerja (PI)* (\$/jam)
G1	90	1	31956,5
G2	90	2	31858,6
G3	90	3	34066,8
G4	90	4	33563,0
G5	90	6	31259,3
G6	90	7	32354,1
G7	90	8	37558,4
G8	90	9	29039,8
G9	90	10	38413,4
G10	90	1,2	30955,7
G11	90	7,9	27734,4
G12	90	1,2,3	32475,3
G13	90	6,7,9	28508,9
G14	90	2,3,8,9	28555,5
G15	90	6,7,8,9	26874,7
G16	90	2,6,7,8,9	26301,4
G17	90	3,6,7,8,9	29199,3
...	

Dari Tabel 5.10 di atas terlihat bahwa indeks kinerja terbaik adalah model G18 dengan waktu siklus 90 detik. Simulasi tipe ganda waktu siklus memberikan indeks kinerja lebih baik, yaitu dengan waktu siklus ganda pada simpang nomor 2,6,7,8 dan 9. Tetapi hasil ini tidak dapat dipakai untuk perhitungan selanjutnya karena menghasilkan waktu hijau yang lebih kecil dari 10 detik, terutama pada simpang-simpang yang waktu siklusnya tipe ganda. Jadi pada perhitungan selanjutnya digunakan waktu siklus tetap 90 detik dengan tipe tunggal pada semua simpang (alternatif 1).

3. Penerapan Alternatif 3.

Alternatif 3 adalah melakukan perbaikan geometrik untuk mendapatkan indeks kinerja yang lebih baik. Perbaikan geometrik yang dilakukan adalah dalam bentuk

menggeser marka agar lebar lajur relevan dengan volume dan arah pergerakan arus kendaraan. Dasar pertimbangannya adalah pada kondisi eksisting sebagian penempatan marka tidak tepat, lebar lajur tidak mencerminkan volume kendaraan yang melewatinya. Misalnya, untuk belok kiri lebar lajur banyak yang besar padahal volumenya kecil, seperti pada Jalan Aziz Chan (selatan) persimpangan nomor 5. Perubahan dilakukan menjadikan lebar lajur belok kiri 2,5 meter, seperti digambarkan pada Gambar A.1 di Lampiran A. Dilakukan juga perubahan satu simpang dan kombinasi beberapa simpang. Perubahan ini akan merubah input program, yaitu arus jenuh (Tabel A.22, Lampiran A)

Tabel 5.11 Simulasi Perubahan Geometrik untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Siang

Model	Waktu Siklus (detik)	Perubahan Geometrik (persimpangan)	In. Kinerja (PI)* (\$/jam)
GEO1	90	1,2,3,4,5,6,10	30688,4
GEO2	90	1	30697,2
GEO3	90	3	41660,6
GEO4	90	6	30698,6
GEO5	90	7	42039,4
GEO6	90	8	41742,1
GEO7	90	9	30652,6
GEO8	90	10	38810,6
GEO9	90	3,6	38598,8
GEO10	90	6,8	38258,9
GEO11	90	6,9	30653,2
GEO12	90	1,6,9	30672,7

Pada model GEO1 yang dirubah simpang 1,2,3,4,5,6,10 dan simpang 7,8,9 tetap seperti semula (Gambar A.1, Lampiran A). Untuk model selanjutnya perubahan sama dengan model GEO1 ditambah perubahan simpang lain yang ditentukan tersebut.

Dari tabel 5.11 didapat indeks kinerja terbaik adalah pada model GEO7, yaitu waktu siklus 90 detik dan perubahan pada simpang 1,2,3,4,5,6,9 dan 10. Indeks kinerja yang diperoleh lebih baik dari alternatif 1.

4. Penerapan Alternatif 4.

Penerapan alternatif 4 adalah melakukan perubahan fase. Perubahan fase untuk meningkatkan efisiensi fase yang sudah ada (kondisi eksisting) sehingga dapat lebih mendukung proses optimasi.

a. Perobahan Fase.

Dicoba dengan merubah fase pada persimpangan 7, 8 dan 9. Pada ketiga simpang ini arus arah utara dan selatan sangat besar. Pada simpang 7 misalnya, arus arah utara dan selatan yang lurus (1693 dan 866) berbeda jauh dari yang belok kanan (107 dan 320). Untuk lebih efisien penggunaan waktu hijau maka pergerakan lurus dan belok kanan dipisah. Geometriknya memungkinkan untuk memisahkan arus lurus dan belok kanan, sehingga pergerakan di lengan simpang arah utara dan selatan menjadi tiga. Pergerakan belok kanan utara dan selatan dijadikan satu fase, pergerakan lurus utara dan selatan satu fase dan pergerakan barat-timur satu fase.

Masukan program akan berubah pada arus, arus jenuh, fase dan asal arus. Jumlah fase tidak berubah, dan digunakan waktu siklus terbaik 90 detik (alternatif 1). Hasil keluaran program ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 5.12 Simulasi Perubahan Fase untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Siang.

Model	Perubahan Fase (persimpangan)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam)
FA1	7	31157,7
FA2	8	31537,2
FA3	9	29467,0
FA4	7,8	28357,9
FA5	7,9	30790,4
FA6	8,9	29241,0
FA7	7,8,9	29270,1

b. Perubahan Fase disertai Perubahan Geometrik.

Perubahan dilakukan seperti di atas dan dikombinasikan dengan perubahan geometrik terbaik yang didapat dari hasil Alternatif 3. Jumlah fase tidak berubah.

Menggunakan waktu siklus terbaik 90 detik

Tabel 5.13 Simulasi Perubahan Fase untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Siang.

Model	Perubahan Fase (persimpangan)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam)
FB1	7	39724,8
FB2	8	40597,0
FB3	9	30836,6
FB4	7,8	39377,2
FB5	7,9	30494,8
FB6	8,9	27012,8
FB7	7,8,9	28882,5

Dari tabel 5.12 terlihat bahwa perubahan fase yang dilakukan dapat membuat indeks kinerja lebih baik (dibandingkan dengan hasil Alternatif 3).

Dari tabel 5.13 terlihat bahwa perubahan fase yang disertai dengan perubahan geometrik pada simpang lain (menggunakan hasil Alternatif 3) didapat hasil yang lebih baik, yaitu turunnya indeks kinerja menjadi 27012,8 yang lebih baik dibanding hasil dari alternatif-alternatif sebelumnya.

5.3.3 Optimasi pada Kondisi Periode Sore

1. Penerapan Alternatif 1.

Syarat untuk koordinasi, waktu siklus masing-masing persimpangan harus sama dengan waktu siklus sistem / jaringan yang telah ditetapkan, atau waktu siklus jaringan adalah kelipatan dari waktu siklus persimpangan. Pada bagian ini akan dihitung indeks kinerja dari beberapa alternatif waktu siklus jaringan. Kemudian dipilih waktu siklus

dengan indeks kinerja minimum. Waktu antar hijau yang dipilih adalah 5 detik, yaitu 3 detik untuk waktu kuning dan 2 detik untuk waktu merah semua (*all red*). Sedangkan perubahan hijau efektif adalah 3 detik untuk awal, 2 detik untuk akhir. Setelah program dijalankan maka akan keluar hasil sebagai berikut :

Tabel 5.14 Simulasi Waktu Siklus untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Sore.

Model	Waktu Siklus (detik)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam)	
		Eksisting 3	Eksisting 4
P1	80	26550,4	27657,8
P2	90	28061,6	17333,6
P3	100	30170,1	26293,3
P4	110	27284,7	26315,3
P5	120	27913,5	29002,3
P6	130	27340,0	27861,5
P7	140	27486,9	29041,1
P8	150	26471,5	28069,7
P9	160	32770,8	29093,3
P10	170	32032,8	29266,2
P11	180	30293,5	30774,3

Dari Tabel 5.14 di atas terlihat bahwa indeks kinerja terbaik adalah waktu siklus 90 detik pada model kondisi eksisting 4 yaitu kondisi yang sudah dioptimasi dan koordinasi ($E_q=1$, $Opt=1$).

2. Penerapan Alternatif 2.

Tipe waktu siklus disimulasikan dengan cara mengganti waktu siklus masing-masing persimpangan yang tadinya tunggal menjadi ganda (setengah waktu siklus sistem). Misalnya waktu siklus sistem adalah 90 detik, maka waktu siklus persimpangan adalah $\frac{1}{2} \times 90 = 45$ detik. Simulasi menggunakan waktu siklus terbaik 90 detik dari Alternatif 1 dan simulasi juga menggabungkan beberapa simpang memakai waktu siklus ganda. Hasil simulasi tersebut terdapat pada tabel 5.15 berikut ini :

Tabel 5.15 Simulasi Tipe Siklus untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Sore.

Model	Waktu Siklus (detik)	Waktu Siklus Ganda (persimpangan)	In. Kinerja (PI)* (\$/jam)
G1	90	1	26791,6
G2	90	2	17233,0
G3	90	3	24300,6
G4	90	4	15568,4
G5	90	6	24385,4
G6	90	7	22877,2
G7	90	8	19299,5
G8	90	9	14778,0
G9	90	10	16885,7
G10	90	1,10	25602,0
G11	90	2,9	27979,5
G12	90	3,8	22677,8
G13	90	4,7	19709,2
G14	90	1,2,3,4	25491,2
G15	90	6,7,8,9,10	17695,1
...

Dari Tabel 5.15 di atas terlihat bahwa indeks kinerja terbaik adalah model G8 dengan waktu siklus 90 detik. Simulasi tipe ganda waktu siklus memberikan indeks kinerja lebih baik, yaitu dengan waktu siklus ganda pada simpang nomor 9. Tetapi hasil ini tidak dapat dipakai untuk perhitungan selanjutnya karena menghasilkan waktu hijau yang lebih kecil dari 10 detik, terutama pada simpang-simpang yang waktu siklusnya tipe ganda. Jadi pada perhitungan selanjutnya digunakan waktu siklus tetap 90 detik dengan tipe tunggal pada semua simpang (alternatif 1).

3. Penerapan Alternatif 3.

Alternatif 3 adalah melakukan perbaikan geometrik untuk mendapatkan indeks kinerja yang lebih baik. Perbaikan geometrik yang dilakukan adalah dalam bentuk menggeser marka agar lebar lajur relevan dengan volume dan arah pergerakan arus kendaraan. Dasar pertimbangannya adalah pada kondisi eksisting sebagian penempatan

marka tidak tepat, lebar lajur tidak mencerminkan volume kendaraan yang melewatinya. Misalnya, untuk belok kiri lebar lajur banyak yang besar padahal volumenya kecil, seperti pada Jalan Aziz Chan (selatan) persimpangan nomor 5. Perubahan dilakukan menjadikan lebar lajur belok kiri 2,5 meter, seperti digambarkan pada Gambar A.1 di Lampiran A. Dilakukan juga perubahan satu simpang dan kombinasi beberapa simpang. Perubahan ini akan merubah input program, yaitu arus jenuh (Tabel A.33, Lampiran A)

Tabel 5.16 Simulasi Perubahan Geometrik untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Sore

Model	Waktu Siklus (detik)	Perubahan Geometrik (persimpangan)	ln. Kinerja (PI)* (\$/jam)
GEO1	90	1,2,3,4,5,6,10	13933,2
GEO2	90	3	13974,0
GEO3	90	6	14013,3
GEO4	90	7	14059,5
GEO5	90	8	16195,1
GEO6	90	9	13906,4
GEO7	90	10	16158,3
GEO8	90	3,9	13943,1
GEO9	90	6,9	13986,4
GEO10	90	7,9	14032,6
GEO11	90	8,9	16168,1
GEO12	90	9,10	16159,4
GEO13	90	6,7,9	14030,4
GEO14	90	6,8,9	16176,9
GEO15	90	8,9,10	16190,6
GEO16	90	6,8,10	16208,8
...

Pada model GEO1 yang dirubah simpang 1,2,3,4,5,6,10 dan simpang 7,8,9 tetap seperti semula (Gambar A.1, Lampiran A). Untuk model selanjutnya perubahan sama dengan model GEO1 ditambah perubahan simpang lain yang ditentukan tersebut.

Dari tabel 5.16 didapat indeks kinerja terbaik adalah pada model GEO6, yaitu waktu siklus 90 detik dan perubahan pada simpang 1,2,3,4,5,6,9 dan 10. Indeks kinerja yang diperoleh lebih baik dari alternatif 1.

4. Penerapan Alternatif 4.

Penerapan alternatif 4 adalah melakukan perubahan fase. Perubahan fase untuk meningkatkan efisiensi fase yang sudah ada (kondisi eksisting) sehingga dapat lebih mendukung proses optimasi.

a. Perubahan Fase.

Dicoba dengan merubah fase pada persimpangan 7, 8 dan 9. Pada ketiga simpang ini arus arah utara dan selatan sangat besar. Pada simpang 7 misalnya, arus arah utara dan selatan yang lurus (1163 dan 906) berbeda jauh dari yang belok kanan (74 dan 274). Untuk lebih efisien penggunaan waktu hijau maka pergerakan lurus dan belok kanan dipisah. Geometriknya memungkinkan untuk memisahkan arus lurus dan belok kanan, sehingga pergerakan di lengan simpang arah utara dan selatan menjadi tiga. Pergerakan belok kanan utara dan selatan dijadikan satu fase, pergerakan lurus utara dan selatan satu fase dan pergerakan barat-timur satu fase.

Masukan program akan berubah pada arus, arus jenuh, fase dan asal arus. Jumlah fase tidak berubah, dan digunakan waktu siklus terbaik 90 detik (alternatif 1). Hasil keluaran program ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 5.17 Simulasi Perubahan Fase untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Sore.

Model	Perubahan Fase (persimpangan)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam)
FA1	7	16576,6
FA2	8	19246,3
FA3	9	17529,3
FA4	7,8	19763,4
FA5	7,9	16614,2
FA6	8,9	18389,7
FA7	7,8,9	19824,1

b. Perubahan Fase disertai Perubahan Geometrik.

Perubahan dilakukan seperti di atas dan dikombinasikan dengan perubahan geometrik terbaik yang didapat dari hasil Alternatif 3. Jumlah fase tidak berubah. Menggunakan waktu siklus terbaik 90 detik

Tabel 5.18 Simulasi Perubahan Fase untuk mendapatkan PI terbaik, Periode Sore.

Model	Perubahan Fase (persimpangan)	In.Kinerja* (PI*) (\$/jam)
FB1	7	14188,4
FB2	8	17111,4
FB3	9	14249,3
FB4	7,8	17037,1
FB5	7,9	13022,5
FB6	8,9	17065,1
FB7	7,8,9	17416,2

Dari tabel 5.17 terlihat bahwa perubahan fase yang dilakukan tidak membuat indeks kinerja lebih baik (dibandingkan dengan hasil Alternatif 3).

Dari tabel 5.18 terlihat bahwa perubahan fase yang disertai dengan perubahan geometrik pada simpang lain (menggunakan hasil Alternatif 3) didapat hasil yang lebih baik, yaitu turunnya indeks kinerja menjadi 13022,5 yang lebih baik dibanding hasil dari alternatif-alternatif sebelumnya. Tetapi hasil ini tidak dapat dipakai sebagai alternatif terbaik karena menghasilkan waktu hijau yang kecil dari 10 detik. Jadi sebagai alternatif terbaik dipakai hasil dari alternatif 3 yaitu indeks kinerja 13906,4.

5.4 Panjang Antrian, Stop dan Tundaan

Program Transyt juga menghitung sekaligus Panjang Antrian, Stop / berhenti dan Tundaan yang terjadi pada persimpangan. Hasilnya dapat dilihat dari keluaran program Transyt. Panjang antrian, stop dan tundaan untuk kondisi eksisting dan alternatif terbaik pada ketiga periode disajikan dalam tabel-tabel berikut ini :

Tabel 5.19 Panjang antrian, stop dan tundaan, periode pagi, menurut Transyt

No Sim pang	Nama lengan simpang	Kondisi Eksisting			Alternatif terbaik		
		Panjang Antrian (smp)	Stop / Berhenti (%)	Tundaan rata-rata smp-jam/jam	Panjang Antrian (smp)	Stop / Berhenti (%)	Tundaan rata-rata smp-jam/jam
No.1	Khatib Sulaiman	833	248	796	85	186	57
	Rasuna Said	12	32	6	11	39	3
	Raden Saleh	2	17	3	18	136	14
	K. A. Dahlan	24	135	14	20	160	15
No.2	Rasuna Said	16	34	8	699	234	676
	Sudirman	11	36	6	164	178	156
	Ujung Gurun	5	30	4	13	91	11
	Mangunsarkoro	147	269	134	53	234	43
No.3	Sudirman (U)	3	28	2	4	56	3
	Sudirman (S)	14	46	9	14	64	5
	A. Yani	7	28	3	7	35	4
No.4	Sudirman	6	15	4	288	113	280
	Aziz Chan	241	209	225	117	231	105
	Pasar Raya	-	-	-	-	-	-
	Agus Salim	750	243	729	375	271	355
No.5	Aziz Chan (U)	9	27	6	4	16	2
	Aziz Chan (S)	270	270	251	26	103	13
	M. Yamin	40	112	38	5	49	4
	Proklamasi	59	137	35	30	102	14
No.6	Pemuda	4	19	2	3	18	2
	Diponegoro	156	248	133	22	80	8
	Hang Tuah	4	82	3	5	23	4
	M Yamin	-	-	-	-	-	-
No.7	Damar	5	9	3	7	18	4
	Pemuda	26	86	13	24	96	10
	Koto Marapak	1	89	2	1	91	2
	Blk Olo	5	55	4	5	67	3
No.8	Veteran	14	27	5	18	101	10
	Damar	44	118	32	16	157	9
	Olo Ladang	106	267	95	264	249	258
	A. Yani	1	8	2	6	54	3
No.9	Juanda	137	112	123	8	61	5
	Veteran	52	94	39	35	192	27
	Purus V	3	64	2	28	216	27
	Ujung Gurun	3	21	2	52	147	49
No.10	S. Parman	669	246	641	640	232	623
	Juanda	4	35	3	3	35	2
	Raden Saleh	3	30	2	6	78	3

Keterangan : a. Tabel hasil hitungan program Transyt

b. Stop 100 % berarti tiap smp berhenti penuh satu kali

Tabel 5.20 Panjang antrian, stop dan tundaan, periode siang, menurut Transyt

No Simbang	Nama lengan simbang	Kondisi Eksisting			Alternatif terbaik		
		Panjang Antrian (smp)	Stop / Berhenti (%)	Tundaan rata-rata smp-jam/jam	Panjang Antrian (smp)	Stop / Berhenti (%)	Tundaan rata-rata smp-jam/jam
No.1	Khatib Sulaiman	275	268	259	11	52	3
	Rasuna Said	21	33	9	10	27	3
	Raden Saleh	1	7	1	113	163	109
	K. A. Dahlan	7	86	3	6	104	4
No.2	Rasuna Said	19	51	11	307	216	296
	Sudirman	19	46	10	21	70	9
	Ujung Gurun	3	21	1	4	32	3
	Mangunsarkoro	14	93	6	12	124	7
No.3	Sudirman (U)	4	38	2	4	52	3
	Sudirman (S)	14	55	7	10	51	4
	A. Yani	6	29	2	8	54	4
No.4	Sudirman	7	15	4	101	147	92
	Aziz Chan	292	177	280	240	212	228
	Pasar Raya	-	-	-	-	-	-
	Agus Salim	196	266	177	143	273	130
No.5	Aziz Chan (U)	7	24	4	11	55	6
	Aziz Chan (S)	390	266	368	56	172	37
	M. Yamin	11	57	8	33	148	29
	Proklamasi	25	73	9	25	106	13
No.6	Pemuda	2	11	2	4	30	3
	Diponegoro	185	257	163	19	72	7
	Hang Tuah	9	92	4	6	88	4
	M. Yamin	-	-	-	-	-	-
No.7	Damar	9	13	4	294	105	285
	Pemuda	199	194	182	246	277	231
	Koto Marapak	1	84	2	1	70	2
	Blk Olo	520	197	502	274	225	259
No.8	Veteran	11	23	5	68	141	58
	Damar	16	50	9	23	161	15
	Olo Ladang	282	269	261	277	272	264
	A. Yani	1	8	2	6	47	3
No.9	Juanda	12	33	5	245	360	228
	Veteran	15	29	7	31	70	19
	Purus V	5	81	3	79	259	76
	Ujung Gurun	4	31	3	9	100	7
No.10	S. Parman	696	243	668	20	64	6
	Juanda	1	25	1	2	57	2
	Raden Saleh	1	9	1	4	75	3

Keterangan : a. Tabel hasil hitungan program Transyt

b. Stop 100 % berarti tiap smp berhenti penuh satu kali

Tabel 5.21 Panjang antrian, stop dan tundaan, periode sore, menurut Transyt.

No Simpang	Nama lengan simpang	Kondisi Eksisting			Alternatif terbaik		
		Panjang Antrian (smp)	Stop / Berhenti (%)	Tundaan rata-rata smp-jam/jam	Panjang Antrian (smp)	Stop / Berhenti (%)	Tundaan rata-rata smp-jam/jam
No.1	Khatib Sulaiman	34	138	20	11	60	4
	Rasuna Said	10	28	5	10	41	4
	Raden Saleh	1	14	2	5	67	3
	K. A. Dahlan	6	86	4	5	100	3
No.2	Rasuna Said	30	84	17	135	264	122
	Sudirman	12	35	6	17	69	9
	Ujung Gurun	4	27	5	8	87	6
	Mangunsarkoro	11	89	6	33	241	28
No.3	Sudirman (U)	2	44	2	5	122	5
	Sudirman (S)	14	55	8	7	38	4
	A. Yani	4	0	2	7	67	4
No.4	Sudirman	6	19	4	130	219	119
	Aziz Chan	403	189	386	568	236	551
	Pasar Raya	-	-	-	-	-	-
	Agus Salim	138	259	122	69	240	57
No.5	Aziz Chan (U)	5	23	3	9	67	5
	Aziz Chan (S)	68	195	49	20	98	10
	M. Yamin	4	29	3	8	89	5
	Proklamasi	20	65	7	16	83	8
No.6	Pemuda	4	16	3	11	75	6
	Diponegoro	245	266	223	23	77	9
	Hang Tuah	7	83	4	6	100	4
	M Yamin	-	-	-	-	-	-
No.7	Damar	7	16	4	64	157	48
	Pemuda	137	170	123	67	185	47
	Koto Marapak	4	111	3	5	194	4
	Blk Olo	12	87	7	74	245	70
No.8	Veteran	18	45	9	24	85	11
	Damar	23	68	12	46	167	35
	Olo Ladang	11	89	6	121	269	116
	A. Yani	2	10	1	7	59	4
No.9	Juanda	14	48	6	20	89	9
	Veteran	6	32	3	15	105	10
	Purus V	5	78	3	7	141	6
	Ujung Gurun	4	33	3	8	83	5
No.10	S. Parman	309	262	293	15	74	5
	Juanda	4	36	3	5	66	4
	Raden Saleh	2	17	2	6	80	4

Keterangan : a. Tabel hasil hitungan program Transyt

b. Stop 100 % berarti tiap smp berhenti penuh satu kali

5.4.1 Perhitungan Simpang dengan MKJI

Perhitungan kinerja persimpangan juga dilakukan dengan metoda MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia). Dicoba pada Simpang 1 dan Simpang 3 dengan data lalu lintas pada periode pagi. Pertama dihitung pada kondisi eksisting, kemudian hitungan dengan memakai hasil alternatif terbaik dari Transyt (waktu siklus 90 detik), dan hitungan untuk optimasi simpang tersebut sebagai simpang terisolasi / berdiri sendiri.

1. Simpang 1 (Jln. Khatib Sulaiman - K.Ahmad Dahlan - Rasuna Said - Raden Saleh).

Hasil perhitungannya disajikan pada tabel 5.22 a, tabel 5.23 a, dan tabel 5.24 a.

2. Simpang 3 (Jln. Sudirman (Utara) - A. Yani - Sudirman (Selatan).

Hasil perhitungannya disajikan pada tabel 5. 22 b, tabel 5.23 b, dan tabel 5.24 b.

Perhitungan yang digunakan :

- Waktu hijau = g , waktu siklus = c , arus = Q , arus jenuh = S , Kapasitas, $C = S \cdot g/c$.
- Derajat Kejenuhan, $DS = Q / C$ dan Rasio Hijau, $GR = g / c$.
- $NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot [(DS - 1) + \sqrt{[(DS - 1)^2 + (8 \cdot (DS - 0,5) / C)]}]$
- $NQ_2 = c \cdot [(1 - GR) / (1 - GR \times DS)] \cdot [Q / 3600]$
- Jumlah kendaraan antri , $NQ = NQ_1 + NQ_2$
- Panjang antrian, $QL = (NQ \times 20) / W \text{ masuk.}$, QL dalam meter.
- $NS = 0,9 \cdot [NQ / (Q \cdot c)] \cdot 3600$
- Jumlah kendaraan henti, $Nsv = Q \cdot NS$, Kendaraan terhenti rata-rata = $\sum Nsv / Q_{\text{total}}$
- Tundaan lalu lintas, $DT = c \cdot A + [(NQ_1 \cdot 3600) / C]$, $A = [0,5 \cdot (1 - GR)^2 / (1 - GR \times DS)]$
- Tundaan geometri, $DG_j = (1 - p_{sv}) \times p_t \times 6 + (p_{sv} \times 4)$
 p_{sv} adalah rasio kendaraan terhenti = $\min(NS, 1)$, p_t adalah rasio kendaraan berbelok.
- Tundaan rata-rata, $D = DT + DG$, Tundaan total, $D_1 = D \cdot Q$
- Tundaan Simpang rata-rata = D / Q .

Tabel 5.22 a Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan, Simpang 1, periode Pagi, kondisi eksisting

SIMPANG BERSINYAL					Kota : Padang		Tanggal 13 Nop 2001		Ditangani oleh : M. Aminsyah							
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN, TUNDAAN ,					Simpang No.1 - Khatib Sulaiman-K Ahmad Dahlan				Soal :							
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI							- Rasuna Said-Raden Saleh.		Periode : Pagi							
Kode Pen-dekat	Arus Lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas =S.g/c smp/jam C	Derajat Kejenuhan Q / C DS	Rasio Hijau g/c GR	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam Nsv = Q x NS	Tundaan					
					NQ1	NQ2	Total NQ =NQ1+NQ2				Tundaan Lalulintas rata-rata DT del/smp	Tundaan Geometrik rata-rata DG del/smp	Tundaan rata-rata DT+DG=D del/smp	Tundaan Total =DxQ smp.del		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)		
U	1447	870	1.664	0.410	290.5	24.2	315	1573	7.045	10196	1220		4	1224	1772080	
S	1066	804	1.325	0.410	133.1	22.3	155	840	4.726	5036	618		4	622	662643	
B	418	208	2.009	0.140	106.3	5.8	112	801	8.697	3632	1863		4	1867	779464	
T	454	604	0.751	0.190	1.0	16.8	18	59	1.270	576	60		4	64	28970	
LTOR semua = 882										Total = 19440					6 Total = 3248449	
Q total = 4266										Kendaraan terhenti rata-rata= (stop/smp) 4.6					Tundaan simpang rata-rata = (del/smp) 761.5	

Waktu siklus 100 detik,
 Waktu hijau U = 42, S = 42, B = 15, S = 20 detik
 U = K. Sulaiman B = Raden Saleh
 S = Rasuna Said T = K.A. Dahlan

Tabel 5.22 b Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan, Simpang 3, periode Pagi, kondisi eksisting

Tabel 5.22 b Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan																			
SIMPANG BERSINYAL					Kota : Padang					Tanggal 13 Nop 2001					Ditangani oleh : M. Aminsyah				
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN, TUNDAAN .					Simpang No.3 - Sudirman (utara) -A.Yani- Sudirman (selatan)										Soal :				
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI															Periode : Pagi				
Kode Pen-dekat	Arus Lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas =S.g/c smp/jam C	Derajat Kejenuhan Q / C DS	Rasio Hijau g/c GR	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam Nsv = Q x NS	Tundaan								
					NQ1	NQ2	Total NQ =NQ1+NQ2				Tundaan Lalulintas rata-rata DT del/smp	Tundaan Geometrik rata-rata DG del/smp	Tundaan rata-rata DT+DG=D del/smp	Tundaan Total =DxQ smp.del					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)					
U	298	455	0.654	0.228	0.4	11.6	12	69	1.429	425	58	4	62	18389					
S	860	669	1.287	0.315	98.5	17.1	116	578	4.731	4070	555	4	559	480651					
B	759	494	1.535	0.261	134.1	12.6	147	978	6.812	5169	999	4	1003	761040					
LTOR semua = 1214										Total = 9664					6 Total = 1267362				
Q total = 3130										Kendaraan terhenti rata-rata= (stop/smp)					3.1 Tundaan simpang rata-rata = (del/smp) 404.9				

Waktu siklus 92 detik,
 Waktu hijau U = 22, S = 30, B = 25,
 U = Sudirman, B = A. Yani
 S = Sudirman

Tabel 5.23 a Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan, Simpang 1, periode Pagi, Alternatif terbaik.

SIMPANG BERSINYAL					Kota : Padang		Tanggal 13 Nop 2001			Ditangani oleh : M. Aminsyah					
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN, TUNDAAN					Simpang		No.1 - Khatib Sulaiman-Kahmad Dahlan			Soal :					
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI							- Rasuna Said-Raden Saleh.			Periode : Pagi					
Kode Pen-dekat	Arus Lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas = S g/c smp/jam C	Derajat Kejenuhan Q / C DS	Rasio Hijau g/c GR	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam Nsv = Q x NS	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total NQ =NQ1+NQ2				Tundaan Lalulintas rata-rata DT del/smp	Tundaan Geometrik rata-rata DG del/smp	Tundaan rata-rata DT+DG= D del/smp	Tundaan Total =DxQ smp.del	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
U	1447	1443	1.003	0.544	20.0	36.1	56.1	224	1.396	2020	70	4	74	107717	
S	1066	1270	0.839	0.544	2.1	31.8	33.8	154	1.142	1217	30	4	34	36531	
B	418	318	1.313	0.133	52.2	8.0	60.2	267	5.186	2166	621	4	625	260796	
T	454	503	0.902	0.156	3.6	12.6	16.1	53	1.281	581	68	4	72	32518	
									Total =		5985	6 Total = 442854			
LTOR semua = 882															
Q total = 4266										Kendaraan terhenti rata-rata = (stop/smp)		1.4	Tundaan simpang rata-rata = (del/smp) 103.8		

Waktu siklus 90 detik,
 Waktu hijau U = 49, S = 49, B = 12, S = 14, detik
 U = K. Sulaiman B = Raden Saleh
 S = Rasuna Said T = K.A. Dahlan

Tabel 5.23 b Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan, Simpang 3, periode Pagi, Alternatif terbaik.

SIMPANG BERSINYAL					Kota : Padang		Tanggal 13 Nop 2001				Ditangani oleh : M. Aminsyah					
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN, TUNDAAN, JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang No.3 - Sudirman (utara) - A.Yani - Sudirman (selatan)		Soal :				Periode : Pagi					
Kode Pen-dekat	Arus Lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas =S.g/c smp/jam C	Derajat Kejenuhan Q / C DS	Rasio Hijau g/c GR	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam Nsv = Q x NS	Tundaan					
					NQ1	NQ2	Total NQ =NQ1+NQ2				Tundaan Lalulintas rata-rata DT det/smp	Tundaan Geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata CT+DG=D det/smp	Tundaan Total =DxQ smp.det		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)		
U	298	285	1.045	0.167	12.6	7.1	19.7	131	2.381	709	195	4	199	55117		
S	860	943	0.913	0.444	4.3	23.6	27.8	139	1.165	1002	44	4	48	41222		
B	759	547	1.386	0.222	108.0	13.7	121.7	624	5.772	4380	735	4	739	561107		
LTOR semua = 1214										Total = 6091		6 Total = 665545				
Q total = 3130										Kendaraan terhenti rata-rata= (stop/smp)		1.9	Tundaan simpang rata-rata = (det/smp)			213

Waktu siklus 90 detik,
Waktu hijau U = 15, S = 40, B = 20,

U = Sudirman, B = A. Yani
S = Sudirman

Tabel 5.24 a Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan, periode Pagi, Simpang 1 (terisolasi) optimasi.

SIMPANG BERSINYAL					Kota : Padang		Tanggal 13 Nop 2001				Ditangani oleh : M. Aminsyah					
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN, TUNDAAN, JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang No.1 : Khatib Sulaiman-K.Ahmad Dahlan		- Rasuna Said-Raden Saleh.				Soal : Periode : Pagi					
Kode Pen-dekat	Arus Lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas =S.g/c smp/jam C	Derajat Kejeihan Q / C DS	Rasio Hijau g/c GR	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam Nsv = Q x NS	Tundaan					
					NQ1	NQ2	Total NQ =NQ1+NQ2				Tundaan Lahirintas rata-rata DT det/smp	Tundaan Geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata DT-DG= D det/smp	Tundaan Total =DxQ smp.det		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)		
U	1447	1461	0.991	0.551	15.8	39.8	55.6	222	1.270	1838	61	4	65	94434		
S	1066	1286	0.829	0.551	1.9	35.0	36.9	168	1.144	1219	32	4	36	38124		
B	418	438	0.953	0.184	6.1	11.9	18.0	80	1.424	595	92	4	96	39953		
T	454	462	0.982	0.143	8.7	12.6	21.2	70	1.548	702	110	4	114	51816		
LTOR semua = 882										Total = 4355		6 Total = 229705				
Q total = 4266										Kendaraan terhenti rata-rata= (stop/smp)		1.0		Tundaan simpang rata-rata = (det/smp)		52.8

Waktu siklus 98 detik,
Waktu hijau U = 54, S = 54, B = 18, S = 14 detik

U = K. Sulaiman B = Raden Saleh
S = Rasuna Said T = K.A. Dahlan

Tabel 5.24 b Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan, periode Pagi, Simpang 3 (terisolasi), optimasi

Tabel 5.24 b Perhitungan antrian, kendaraan terhenti, tundaan, periode : Pagi

SIMPANG BERSINYAL					Kota : Padang					Tanggal 13 Nop 2001					Ditangani oleh : M. Aminsyah				
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN, TUNDAAN , JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang No.3 - Sudirman (utara)- A.Yani- Sudirman (selatan)					Soal : Periode : Pagi									
Kode Pen-dekat	Arus Lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas =S.g/c smp/jam C	Derajat Kejeihan Q / C DS	Rasio Hijau g/c GR	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam Nsv = Q x NS (11)	Tundaan								
					NQ1	NQ2	Total NQ =NQ1+NQ2				Tundaan Lalulintas rata-rata DT det/smp (12)	Tundaan Geometrik rata-rata DG det/smp (13)	Tundaan rata-rata DT+DG= D det/smp (14)	Tundaan Total =DxQ smp.det (15)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)					
U	298	281	1.057	0.165	13.8	6.6	20	136	2.614	778	210	4	214	63552					
S	860	848	1.014	0.400	18.0	20.0	38	190	1.686	1450	102	4	106	90801					
B	759	724	1.047	0.294	25.1	17.1	42	216	2.120	1609	153	4	157	119401					
LTOR semua = 1214										Total = 3836	6 Total = 281235								
Q total = 3130										Kendaraan terhenti rata-rata = (stop/smp)		1.2	Tundaan simpang rata-rata = (det/smp)			82.8			

Waktu siklus 85 detik,
Waktu hijau U = 14, S = 34, B = 25;

U = Sudirman, B = A. Yani
S = Sudirman

5.5 Pembahasan

5.5.1 Pembahasan pada Kondisi Periode Pagi

1. Alternatif 1

Dari Tabel 5.4 terlihat bahwa indeks kinerja terkecil adalah model dengan waktu siklus 90 detik, yaitu 31274,5 (\$/jam). Indeks kinerja ini dicapai pada kondisi Eksisting 4 yaitu dilakukan optimasi waktu hijau masing-masing simpang ($E_{q.}=1$) serta dilakukan koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan ($O_{p.}=1$).

Pada tabel terlihat model dengan waktu siklus lebih besar dari 90 detik menghasilkan indeks kinerja lebih besar. Waktu siklus besar akan menimbulkan antrian yang panjang pada persimpangan. Pengaruhnya pada sistem diilustrasikan berikut ini. Waktu siklus besar memberikan waktu hijau yang besar juga pada simpang 1, sesuai dengan volumenya yang besar menuju simpang 2. Tetapi komposisi dan distribusi arus pada simpang 2 (volume dari barat dan timur juga besar) tidak memungkinkan Transyt untuk memberikan waktu hijau yang sama, agar dapat melewati seluruh arus dari simpang 1. Akibatnya timbul antrian yang panjang di simpang 2, karena waktu hijau lebih pendek dari simpang 1. Untuk menghindari ini, suplai arus dari simpang 1 harus dibatasi dengan mengurangi waktu hijau. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperkecil waktu siklus. Dari hasil perhitungan dapat dilihat ternyata waktu siklus dapat optimal apabila 90 detik.

Begitu juga sebaliknya, waktu siklus kecil dari 90 detik memberikan waktu hijau yang kecil juga, sehingga terjadi antrian yang relatif panjang pada simpang-simpang dalam sistem, yang mengakibatkan indeks kinerja menjadi lebih besar.

2. Alternatif 2

Dari Tabel 5.5 terlihat penggunaan waktu siklus ganda pada suatu simpang dapat membuat indeks kinerja lebih kecil dari alternatif 1, seperti pada persimpangan 2 indeks kinerja menjadi 28823,3 (\$/jam) . Ini juga terjadi pada penggunaan waktu siklus ganda pada beberapa simpang. Tetapi hasil ini tidak dapat digunakan karena menghasilkan waktu hijau lebih kecil dari 10 detik, terutama pada simpang yang waktu siklusnya ganda.

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. (MKJI,1997). Jadi untuk perhitungan selanjutnya digunakan hasil dari alternatif 1, yaitu waktu siklus 90 detik.

3. Alternatif 3

Perbaikan geometrik yang dibarengi dengan pengaturan waktu siklus (termasuk waktu antar hijau dan perubahan hijau efektif) ternyata dapat membuat indeks kinerja lebih baik dari hasil terdahulu (alternatif 1), yaitu menjadi 29974,5 (\$/jam). Hal ini terjadi karena pengaturan lebar lajur diupayakan sesuai dengan arus yang melewatinya, seperti lajur belok kiri diberi lebar secukupnya yaitu 2,5 meter, karena sesuai besar arusnya dan diperlakukan sebagai belok kiri jalan terus. Hasilnya membuktikan perubahan geometrik memberikan pengaruh yang berarti dengan waktu siklus optimal 90 detik (Tabel 5.6).

4. Alternatif 4

a. Perubahan Fase.

Perubahan fase seperti yang dicobakan pada simpang 7, 8, 9 dan kombinasi beberapa simpang tersebut (mengatur ulang fase dengan jumlah fase tetap) membuat indeks kinerja lebih baik. Model memakai waktu siklus optimal 90 detik dan dilakukan

pada kondisi geometrik simpang lain seperti semula. Hasilnya memberikan indeks kinerja sebesar 27534,4 (\$/jam) yang lebih baik dari hasil sebelumnya (Alternatif 3), yaitu melakukan perubahan fase pada simpang 8 dan 9 (Tabel 5.7).

Perubahan dengan penambahan fase tidak dilakukan. Fase umumnya mempunyai dampak yang besar pada tingkat kinerja suatu simpang. Bila diberikan tambahan fase, waktu hilang suatu simpang bertambah dan rasio hijau untuk setiap fase berkurang. Penggunaan penambahan fase akan menambah waktu siklus, akan menguntungkan dari segi keselamatan, tetapi berarti kapasitas keseluruhan simpang tersebut akan berkurang. (MKJI, 1977).

b. Perubahan Fase disertai Perubahan Geometrik.

Perubahan fase disertai dengan perubahan geometrik pada simpang ternyata memberikan hasil indeks kinerja lebih baik, yaitu 26966,7 (\$/jam). Hasil ini didapat dengan melakukan perubahan fase di simpang 8 dan 9 yang disertai perubahan geometrik simpang lain (seperti perubahan terbaik alternatif 3). Hasil indeks kinerja ini adalah hasil yang paling kecil yang didapat dari serangkaian alternatif yang diterapkan, dan disebut sebagai hasil alternatif terbaik.

Arus belok kanan dan arus lurus arah utara dan selatan besarnya jauh berbeda. Waktu hijau yang ada lebih utama untuk melewati arus lurus padahal arus belok kanannya telah habis (hanya butuh waktu hijau lebih pendek). Pemisahan arus belok kanan dan lurus ini akan meningkatkan efisiensi pemakaian waktu hijau, sehingga dapat memperbaiki indeks kinerja sistem. Ini juga didukung oleh geometrik simpangnya yang memungkinkan untuk dijadikan tiga lajur.

Hasil-hasil semua perhitungan Periode Pagi diatas disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5.25 Indeks Kinerja pada periode Pagi

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B.Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn.Bakar* (ltr/jam)
Kondisi Eksisting	2,7	41715,2	142,0	41857,2	12289,4
Alternatif 1	3,6	31120,8	153,6	31274,5	9705,9
Alternatif 3	3,7	29834,0	140,6	29974,5	9368,9
Alternatif 4a	4,0	27391,8	142,6	27534,4	8772,4
Alternatif 4b	4,0	26839,2	127,5	26966,7	8612,5

Catatan : Nilai COD*, COS*, PI* , Konsumsi Bhn Bakar merupakan nilai relatif terhadap kondisi Inggris.

Keterangan :

- Alternatif 1 : Perubahan waktu siklus, waktu antar hijau, dan hijau efektif.
- Alternatif 3 : Perubahan geometrik.
- Alternatif 4a : Perubahan fase.
- Alternatif 4b : Perubahan fase dan perubahan geometrik.

Dari tabel 5.25 terlihat bahwa pemilihan waktu siklus (termasuk waktu antar hijau dan perubahan hijau efektif) yang tepat ternyata memperbaiki indeks kinerja dengan angka cukup berarti. Alternatif 1 (pengaturan dengan penyeragaman waktu siklus lampu lalu lintas) adalah alternatif yang paling signifikan yang dapat memperbaiki indeks kinerja sistem, dengan tanpa menggunakan rambu yang baru dan tanpa merubah geometrik serta fase, walaupun alternatif ini memiliki beberapa kekurangan yang masih dapat ditingkatkan. Selanjutnya perubahan pada alternatif-alternatif lain dapat menghasilkan indeks kinerja lebih baik lagi.

Dari pembahasan alternatif-alternatif di atas, didapat hasil yang merupakan alternatif terbaik untuk diterapkan yaitu alternatif 4b. Alternatif ini menambahkan perubahan geometrik dan fase selain pengaturan waktu siklus pada keadaan eksisting. Perbandingan alternatif di atas dengan kondisi eksisting terlihat pada tabel berikut :

Tabel 5.26 Perbandingan Indeks Kinerja pada periode Pagi

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B.Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn.Bakar* (ltr/jam)
K. Eksisting	2,7	41715,2	142,0	41857,2	12289,4
Alternatif 1	3,6	31120,8	153,6	31274,5	9705,9
Alternatif 4b	4,0	26839,2	127,5	26966,7	8612,5

Perbandingan terhadap kondisi eksisting

Alternatif 1	Naik 33%	Turun 25%	Naik 8%	Turun 25%	Turun 21%
Alternatif 4b	Naik 48%	Turun 36%	Turun 10%	Turun 36%	Turun 30%

Hasil keluaran program untuk alternatif 4b terdapat pada Lampiran B.

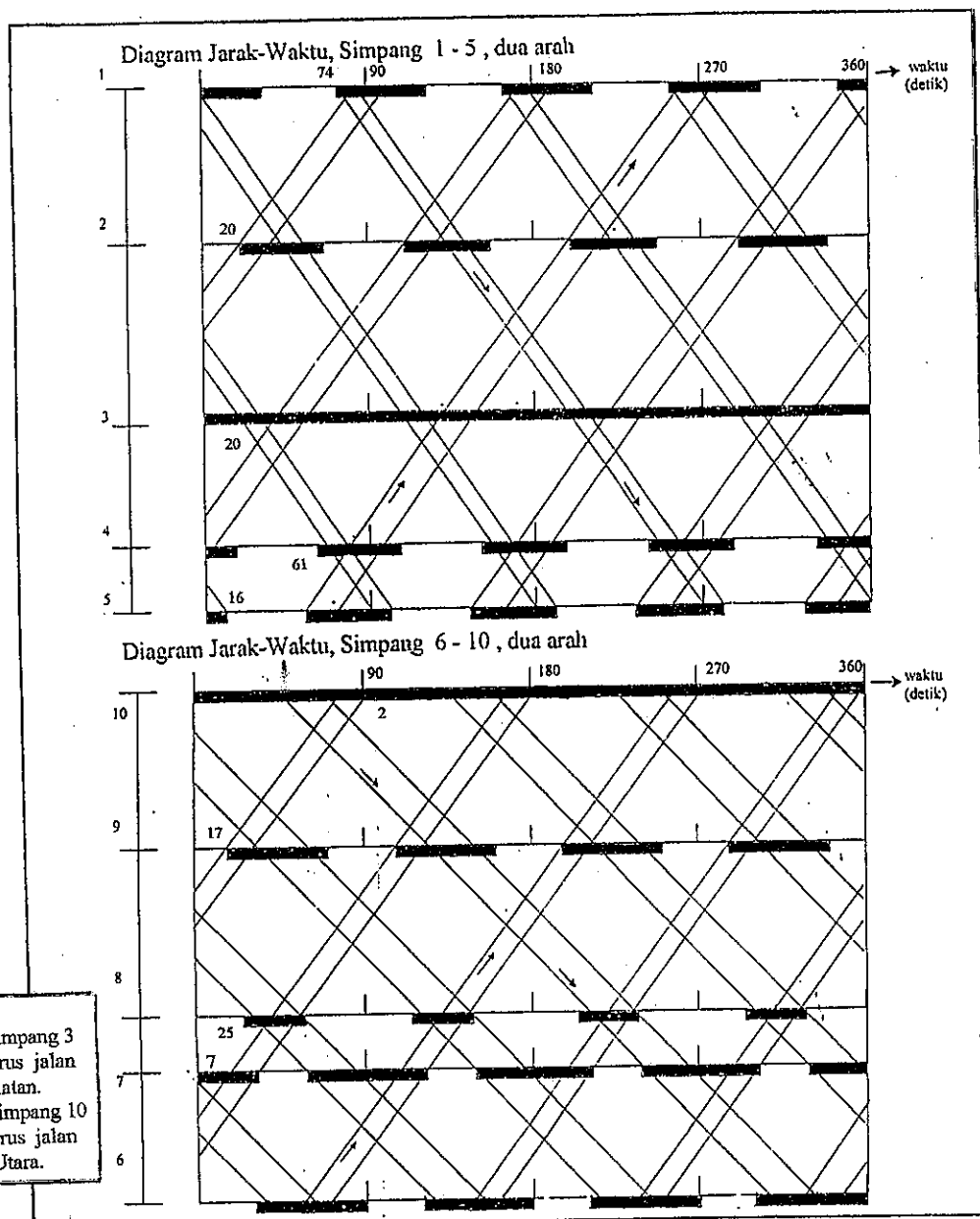
Pengaturan lampu lalu lintas hasil alternatif 4b diperlihatkan pada tabel sebagai berikut,

Tabel 5.27 Pengaturan Lampu Lalu lintas Alternatif 4b, Periode Pagi.

Nama jalan	Waktu Hijau (detik)	Nama jalan	Waktu Hijau (detik)
<u>Simpang 1.</u>		<u>Simpang 6.</u>	
-Kh. Sulaiman	49	-Pemuda	27
-K.H.Ahmad Dahlan	14	-M. Yamin	-
-Rasuna Said	49	-Diponegoro	38
-Raden Saleh	12	-Hang Tuah	10
<u>Simpang 2.</u>		<u>Simpang 7.</u>	
- Rasuna Said	24	-Damar	33
-Ki. M. Sarkoro	35	-Blk. Olo	16
-Sudirman	16	-Pemuda	26
-Ujung Gurun	35	-Kt.Marapak	16
<u>Simpang 3.</u>		<u>Simpang 8.</u>	
-Sudirman (U)	15	-Veteran	13, 39
-Sudirman (S)	40	-A. Yani	23
-A. Yani	20	-Damar	13, 39
<u>Simpang 4.</u>		-Olo Ladang	23
-Sudirman	14	<u>Simpang 9.</u>	
-Agus Salim	34	-Juanda	10, 54
-Aziz Chan	27	-Ujung Gurun	11
-Pasar Raya	-	-Veteran	10,54
<u>Simpang 5.</u>		-Purus V	11
-Aziz Chan (U)	10	<u>Simpang 10.</u>	
-Proklamasi	33	- S. Parman	22
-Aziz Chan (S)	32	-Raden Saleh	14
-M. Yamin	22	- Juanda	39
Waktu Kuning = 3 detik			
Waktu Siklus = 90 detik			

Tabel 5.28 Pengaturan Fase Persimpangan Alternatif 4b, pada periode Pagi

Nomor Simpang	Jumlah Fase	Awal Fase (detik ke)
1	3	74, 38, 57
2	3	20, 49, 70
3	3	20, 40, 85
4	3	61, 80, 22
5	4	16, 31, 42, 69
6	3	16, 59, 74
7	3	7, 38, 59
8	3	7, 25, 69
9	3	2, 17, 76
10	3	2, 46, 73



Gambar 5.1 Diagram Jarak-Waktu, Alternatif 4b, pada Periode Pagi.

5.5.2 Pembahasan pada Kondisi Periode Siang

1. Alternatif 1

Dari Tabel 5.9 terlihat bahwa indeks kinerja terkecil adalah model dengan waktu siklus 90 detik, yaitu 31913,9 (\$/jam). Indeks kinerja ini dicapai pada kondisi eksisting 4 yang dioptimasi waktu hijau masing-masing simpang ($E_{q,i}=1$) serta dikoordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan ($Op_i=1$).

Pada tabel terlihat model dengan waktu siklus lebih besar dari 90 detik menghasilkan indeks kinerja lebih besar. Waktu siklus besar akan menimbulkan antrian yang panjang pada persimpangan. Pengaruhnya pada sistem diilustrasikan berikut ini. Waktu siklus besar memberikan waktu hijau yang besar juga pada simpang 1, sesuai dengan volumenya yang besar menuju simpang 2. Tetapi komposisi dan distribusi arus pada simpang 2 (volume dari barat dan timur juga besar) tidak memungkinkan Transyt untuk memberikan waktu hijau yang sama, agar dapat melewati seluruh arus dari simpang 1. Akibatnya timbul antrian yang panjang di simpang 2, karena waktu hijaunya lebih pendek dari simpang 1. Untuk menghindari ini, suplai arus dari simpang 1 harus dibatasi dengan mengurangi waktu hijau. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperkecil waktu siklus. Dari perhitungan dapat dilihat ternyata waktu siklus dapat optimal apabila 90 detik. Begitu juga sebaliknya bila waktu siklus kecil dari 90 detik tersebut.

2. Alternatif 2

Dari Tabel 5.10 terlihat penggunaan waktu siklus ganda pada beberapa simpang dapat membuat indeks kinerja lebih kecil. Misalnya waktu siklus ganda gabungan pada simpang 2,6,7,8 dan 9 menghasilkan indeks kinerja lebih kecil yaitu 26301,4 (\$/jam) dengan waktu siklus 90 detik. Tetapi hasil ini memberikan waktu hijau yang lebih kecil

dari 10 detik, terutama pada simpang dengan tipe waktu siklusnya ganda tersebut, sehingga tidak digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. (MKJI,1997)

3. Alternatif 3

Perbaikan geometrik yang dibarengi dengan pengaturan waktu siklus (termasuk waktu antar hijau dan perubahan hijau efektif) ternyata dapat membuat indeks kinerja lebih baik, menjadi 30652,6 (\$/jam) seperti di Tabel 5.11. Hal ini terjadi karena pengaturan lebar lajur diupayakan sesuai dengan arus yang melewatinya, seperti lajur belok kiri diberi lebar secukupnya yaitu 2,5 meter, karena sesuai besar arusnya dan diperlakukan sebagai belok kiri jalan terus. Hasilnya membuktikan bahwa perubahan geometrik memberikan pengaruh yang berarti dengan menghasilkan indeks kinerja lebih baik dari alternatif 1.

4. Alternatif 4

a. Perubahan Fase.

Perubahan fase seperti yang dicobakan pada simpang 7, 8, 9 dan kombinasi beberapa simpang tersebut (mengatur ulang fase dengan jumlah fase tetap) dapat membuat indeks kinerja lebih baik, yaitu 28357,9 (\$/jam) seperti di Tabel 5.12. Model memakai waktu siklus optimal 90 detik dan dilakukan pada kondisi geometrik simpang lain seperti semula. Hasilnya memberikan indeks kinerja lebih baik dari sebelumnya (Alternatif 3).

Perubahan dengan penambahan fase tidak dilakukan. Fase umumnya mempunyai dampak yang besar pada tingkat kinerja suatu simpang. Bila diberikan tambahan fase,

waktu hilang suatu simpang bertambah dan rasio hijau untuk setiap fase berkurang. Penggunaan penambahan fase akan menambah waktu siklus, akan menguntungkan dari segi keselamatan, tetapi kapasitas keseluruhan simpang tersebut berkurang. (MKJI,1997)

b. Perubahan Fase disertai Perubahan Geometrik.

Perubahan fase disertai dengan perubahan geometrik pada simpang (sesuai hasil terbaik Alternatif 3) ternyata memberikan hasil indeks kinerja lebih baik, yaitu 27012,8 (\$/jam) seperti di Tabel 5.13. Hasil ini didapat dengan perubahan fase di simpang 8 dan 9 yang disertai perubahan geometrik simpang lain (seperti perubahan terbaik Alternatif 3).

Arus belok kanan dan arus lurus arah utara dan selatan besarnya jauh berbeda. Waktu hijau yang ada lebih utama untuk melewati arus lurus padahal arus belok kanannya telah habis (hanya butuh hijau lebih pendek). Pemisahan arus belok kanan dan lurus ini akan meningkatkan efisiensi pemakaian waktu hijau, sehingga dapat memperbaiki indeks kinerja sistem. Ini juga didukung oleh geometrik simpangnya yang memungkinkan untuk dijadikan tiga lajur. Hasil alternatif 4b merupakan indeks kinerja alternatif terbaik. Hasil-hasil perhitungan untuk periode Siang di atas disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5.29 Indeks Kinerja pada periode Siang

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B. Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn. Bakar* (ltr/jam)
Kondisi Eksisting	2,5	49853,0	115,8	49968,8	14632,7
Alternatif 1	3,8	31803,1	110,7	31913,9	10191,3
Alternatif 3	3,9	30553,7	98,9	30652,6	9865,5
Alternatif 4a	4,2	28242,5	115,4	28357,9	9324,2
Alternatif 4b	4,3	26904,3	108,6	27012,8	8984,6

Catatan : Nilai COD*, COS*, PI* ; Konsumsi Bhn Bakar merupakan nilai relatif terhadap kondisi Inggris.

Keterangan :

- Alternatif 1 : Perubahan waktu siklus, waktu antar hijau, dan hijau efektif.

- Alternatif 3 : Perubahan geometrik.
- Alternatif 4a : Perubahan fase.
- Alternatif 4b : Perubahan fase dan perubahan geometrik.

Dari tabel 5.29 terlihat bahwa pemilihan waktu siklus (termasuk waktu antar hijau dan perubahan hijau efektif) yang tepat ternyata memperbaiki indeks kinerja dengan angka cukup berarti. Alternatif 1 (pengaturan dengan penyeragaman waktu siklus lampu lalu lintas) adalah alternatif yang paling signifikan yang dapat memperbaiki indeks kinerja sistem, dengan tanpa menggunakan rambu yang baru dan tanpa merubah geometrik serta fase, walaupun alternatif ini memiliki beberapa kekurangan yang masih dapat ditingkatkan. Selanjutnya perubahan pada alternatif-alternatif lain dapat menghasilkan indeks kinerja lebih baik lagi.

Dari pembahasan alternatif-alternatif di atas, didapat hasil yang merupakan alternatif terbaik untuk diterapkan yaitu alternatif 4b. Alternatif ini menambahkan perubahan geometrik dan fase selain pengaturan waktu siklus pada keadaan eksisting. Perbandingan alternatif di atas dengan kondisi eksisting terlihat pada tabel berikut :

Tabel 5.30 Perbandingan Indeks Kinerja pada periode Siang

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B. Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn. Bakar* (litr/jam)
K. Eksisting	2,5	49853,0	115,8	49968,8	14632,7
Alternatif 1	3,8	31803,1	110,7	31913,9	10191,3
Alternatif 4b	4,3	26904,3	108,6	27012,8	8984,6
Perbandingan terhadap kondisi eksisting					
Alternatif 1	Naik 52%	Turun 36%	Turun 4%	Turun 36%	Turun 30%
Alternatif 4b	Naik 72%	Turun 46%	Turun 6%	Turun 46%	Turun 39%

Hasil keluaran program untuk alternatif 4b terdapat pada Lampiran B.

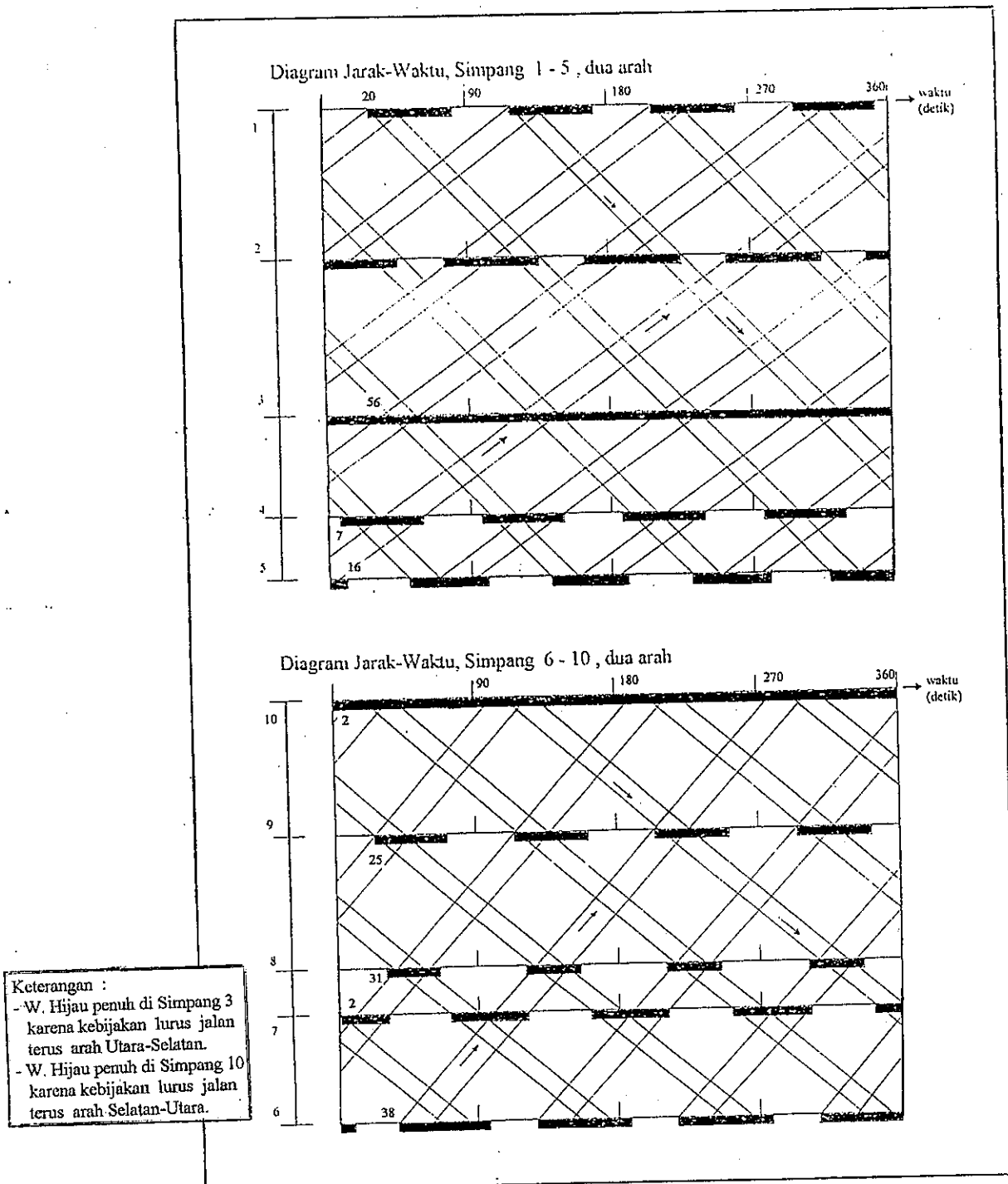
Pengaturan lampu lalu lintas hasil alternatif 4b diperlihatkan pada tabel sebagai berikut,

Tabel 5.31 Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif 4b, Periode Siang.

Nama jalan	Waktu Hijau (detik)	Nama jalan	Waktu Hijau (detik)
<u>Simpang 1.</u>		<u>Simpang 6.</u>	
-Kh. Sulaiman	53	-Pemuda	13
-K.H.Ahmad Dahlan	10	-M. Yamin	-
-Rasuna Said	83	-Diponegoro	42
-Raden Saleh	12	-Hang Tuah	20
<u>Simpang 2.</u>		<u>Simpang 7.</u>	
- Rasuna Said	21	-Damar	16
-Ki. M. Sarkoro	25	-Blk. Olo	29
-Sudirman	29	-Pemuda	30
-Ujung Gurun	25	-Kt.Marapak	29
<u>Simpang 3.</u>		<u>Simpang 8.</u>	
-Sudirman (U)	19	-Veteran	10, 35
-Sudirman (S)	39	-A. Yani	30
-A.Yani	17	-Damar	10, 35
<u>Simpang 4.</u>		-Olo Ladang	30
-Sudirman	24	<u>Simpang 9.</u>	
-Agus Salim	27	-Juanda	13, 47
-Aziz Chan	24	-Ujung Gurun	15
-Pasar Raya	-	-Veteran	13, 47
<u>Simpang 5.</u>		-Purus V	15
-Aziz Chan (U)	14	<u>Simpang 10.</u>	
-Proklamasi	29	- S. Parman	53
-Aziz Chan (S)	32	-Raden Saleh	10
-M. Yamin	18	- Juanda	12
Waktu Kuning = 3 detik			
Waktu Siklus = 90 detik			

Tabel 5.32 Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif 4b, pada periode Siang

Nomor Simpang	Jumlah Fase	Awal Fase (detik ke:)
1	3	29, 87, 12
2	3	20, 46, 80
3	3	56, 80, 34
4	3	7, 36, 65
5	4	16, 35, 46, 69
6	3	56, 13, 38
7	3	2, 37, 71
8	3	16, 31, 71
9	3	7, 25, 77
10	3	2, 19, 77



Gambar 5.2 Diagram Jarak - Waktu, Alternatif 4b, pada Periode Siang.

5.5.3 Pembahasan pada Kondisi Periode Sore

1. Alternatif 1

Dari Tabel 5.14 terlihat bahwa indeks kinerja terkecil adalah model dengan waktu siklus 90 detik, yaitu 17333,6 (\$/jam). Indeks kinerja ini dicapai pada kondisi eksisting 4 yang dioptimasi waktu hijau masing-masing simpang ($E_{g_i}=1$) serta dikoordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan ($O_{p_i}=1$).

Pada tabel terlihat model dengan waktu siklus lebih besar dari 90 detik menghasilkan indeks kinerja lebih besar. Waktu siklus besar akan menimbulkan antrian yang panjang pada persimpangan. Pengaruhnya pada sistem diilustrasikan berikut ini. Waktu siklus besar memberikan waktu hijau yang besar juga pada simpang 1, sesuai dengan volumenya yang besar menuju simpang 2. Tetapi komposisi dan distribusi arus pada simpang 2 (volume dari barat dan timur juga besar) tidak memungkinkan Transyt untuk memberikan waktu hijau yang sama, agar dapat melewati seluruh arus dari simpang 1. Akibatnya timbul antrian yang panjang di simpang 2, karena waktu hijau lebih pendek dari simpang 1. Untuk menghindari ini, suplai arus dari simpang 1 harus dibatasi dengan mengurangi waktu hijau. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperkecil waktu siklus. Dari perhitungan dapat dilihat ternyata waktu siklus dapat optimal apabila 90 detik. Begitu juga sebaliknya bila waktu siklus kecil dari 90 detik tersebut.

2. Alternatif 2

Dari Tabel 5.15 terlihat penggunaan waktu siklus ganda pada beberapa simpang dapat membuat indeks kinerja lebih kecil. Misalnya waktu siklus ganda pada simpang 9 dapat menghasilkan indeks kinerja 14778,0 (\$/jam) dengan waktu siklus 90 detik. Tetapi hasil ini memberikan waktu hijau lebih kecil dari 10 detik pada simpang, sehingga tidak digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. (MKJI,1997)

3. Alternatif 3

Perbaikan geometrik yang disertai pengaturan waktu siklus (termasuk waktu antar hijau dan perubahan hijau efektif seperti pada alternatif 1) ternyata dapat membuat indeks kinerja lebih baik. Hal ini terjadi karena pengaturan lebar lajur diupayakan sesuai dengan arus yang melewatinya, seperti lajur belok kiri diberi lebar secukupnya 2,5 meter, karena sesuai besar arusnya dan diperlakukan sebagai belok kiri jalan terus. Hasilnya membuktikan perubahan geometrik memberikan pengaruh yang berarti dengan menghasilkan indeks kinerja lebih kecil dari alternatif 1, yaitu 13906,4 (\$/jam) seperti di Tabel 5.16.

4. Alternatif 4

a. Perubahan Fase.

Perubahan fase seperti yang dicobakan pada simpang 7, 8, 9 dan kombinasi beberapa simpang tersebut (mengatur ulang fase dengan jumlah fase tetap) ternyata tidak membuat indeks kinerja lebih baik. Hasilnya lebih besar dibanding alternatif 3 sebelumnya

Perubahan dengan penambahan fase tidak dilakukan. Penggunaan penambahan fase akan menambah waktu siklus, akan menguntungkan dari segi keselamatan, tetapi kapasitas keseluruhan simpang tersebut berkurang. (MKJI,1997)

b. Perubahan Fase disertai Perubahan Geometrik.

Perubahan fase disertai dengan perubahan geometrik pada simpang (sesuai hasil terbaik Alternatif 3) ternyata memberikan hasil indeks kinerja lebih kecil. Hasil ini didapat dengan melakukan perubahan fase di simpang 7 dan 9 yang disertai perubahan geometrik

simpang lain (seperti perubahan terbaik Alternatif 3). Indeks kinerja dapat turun menjadi 13022,5 (\$/jam) yang lebih kecil dari alternatif 3, tetapi hasil ini memberikan waktu hijau yang lebih kecil dari 10 detik. Jadi hasil indeks kinerja yang ditetapkan sebagai alternatif terbaik adalah hasil pada alternatif 3, yaitu 13906,4 (\$/jam).

Hasil-hasil perhitungan untuk periode Sore di atas disajikan pada tabel berikut,

Tabel 5.33 Indeks Kinerja pada periode Sore

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B.Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn.Bakar* (litr/jam)
Kondisi Eksisting	2,7	35676,1	79,6	35755,7	10664,8
Alternatif 1	4,9	17262,0	71,6	17333,6	6129,3
Alternatif 3	5,8	13838,5	67,9	13906,4	5282,5

Catatan : Nilai COD*, COS*, PI* , Konsumsi Bhn Bakar merupakan nilai relatif terhadap kondisi Inggris.

Keterangan :

- Alternatif 1 : Perubahan waktu siklus, waktu antar hijau, dan hijau efektif.
- Alternatif 3 : Perubahan geometrik.

Dari tabel 5.33 terlihat bahwa pemilihan waktu siklus (termasuk waktu antar hijau dan perubahan hijau efektif) yang tepat ternyata memperbaiki indeks kinerja dengan angka cukup berarti. Alternatif 1 (pengaturan dengan penyeragaman waktu siklus lampu lalu lintas) adalah alternatif yang paling signifikan yang dapat memperbaiki indeks kinerja sistem, dengan tanpa menggunakan rambu yang baru dan tanpa merubah geometrik serta fase, walaupun alternatif ini memiliki beberapa kekurangan yang masih dapat ditingkatkan. Selanjutnya perubahan pada alternatif-alternatif lain dapat menghasilkan indeks kinerja lebih baik lagi.

Dari pembahasan alternatif-alternatif di atas, didapat hasil yang merupakan alternatif terbaik untuk diterapkan yaitu alternatif 3. Alternatif ini menambahkan perubahan geometrik selain pengaturan waktu siklus pada keadaan eksisting. Perbandingan alternatif di atas dengan kondisi eksisting terlihat pada tabel berikut :

Tabel 5.34 Perbandingan Indeks Kinerja pada periode Sore

Model	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	B. Tundaan* (COD*) (\$/jam)	B.Berhenti* (COS*) (\$/jam)	In. Kinerja* (PI*) (\$/jam)	Konsumsi Bhn.Bakar* (ltr/jam)
K. Eksisting	2,7	35676,1	79,6	35755,7	10664,8
Alternatif 1	4,9	17262,0	71,6	17333,6	6129,3
Alternatif 3	5,8	13838,5	67,9	13906,4	5282,5
Perbandingan terhadap kondisi eksisting					
Alternatif 1	Naik 81%	Turun 52%	Turun 10%	Turun 51%	Turun 42%
Alternatif 3	Naik 115%	Turun 61%	Turun 15%	Turun 61%	Turun 50%

Hasil keluaran program untuk alternatif 3 terdapat pada Lampiran B.

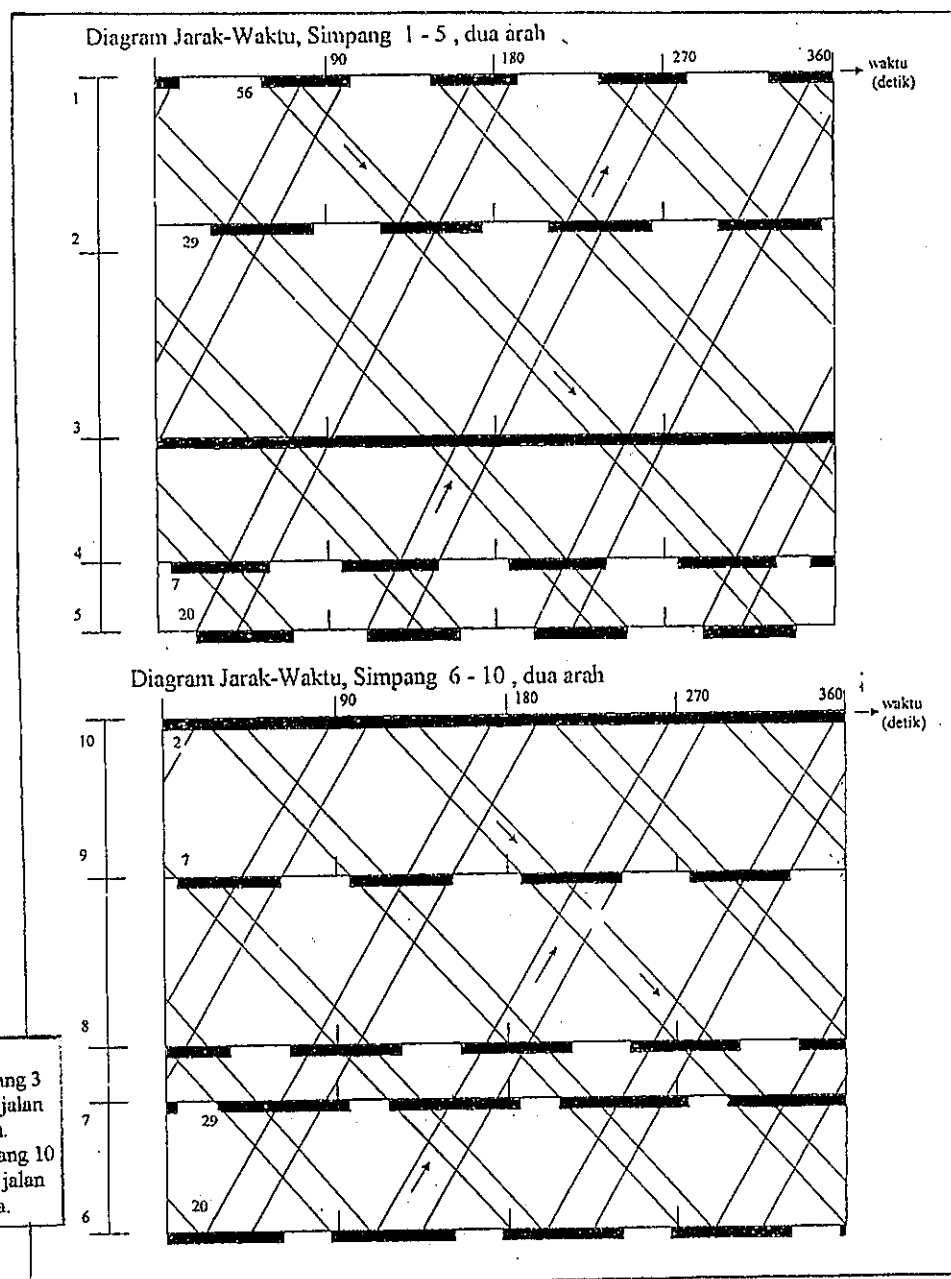
Pengaturan lampu lalu lintas hasil alternatif 3 diperlihatkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 5.35 Pengaturan Lampu Lalu lintas Alternatif 3, Periode Sore.

Nama jalan	Waktu Hijau (detik)	Nama jalan	Waktu Hijau (detik)
<u>Simpang 1.</u>		<u>Simpang 6.</u>	19
-Kh. Sulaiman .	47	-Pemuda	-
-K.H.Ahmad Dahlan	10	-M. Yamin	41
-Rasuna Said	47	-Diponegoro	15
-Raden Saleh	18	-Hang Tuah	
<u>Simpang 2.</u>		<u>Simpang 7.</u>	26
- Rasuna Said	26	-Damar	13
-Ki. M. Sarkoro	20	-Blk. Olo	36
-Sudirman	29	-Pemuda	13
-Ujung Gurun	20	-Kt.Marapak	
<u>Simpang 3.</u>		<u>Simpang 8.</u>	33
-Sudirman (U)	10	-Veteran	21
-Sudirman (S)	45	-A. Yani	21
-A. Yani	20	-Damar	21
<u>Simpang 4.</u>		-Olo Ladang	
-Sudirman	27	<u>Simpang 9.</u>	31
-Agus Salim	28	-Juanda	26
-Aziz Chan	20	-Ujung Gurun	18
-Pasar Raya	-	-Veteran	26
<u>Simpang 5.</u>		-Purus V	
-Aziz Chan (U)	16	<u>Simpang 10.</u>	44
-Proklamasi	31	- S. Parman	16
-Aziz Chan (S)	28	-Raden Saleh	15
-M. Yamin	20	- Juanda	
Waktu Kuning = 3 detik			
Waktu Siklus = 90 detik			

Tabel 5.36 Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif 3 pada periode Sore.

Nomor Simpang	Jumlah Fase	Awal Fase (detik ke:)
1	3	56, 18, 33
2	3	29, 60, 4
3	3	20, 35, 85
4	3	7, 39, 64
5	4	20, 41, 52, 77
6	3	20, 66, 86
7	3	29, 70, 88
8	3	65, 1, 39
9	3	7, 30, 66
10	3	2, 22, 71



Gambar 5.3 Diagram Jarak-Waktu, Alternatif 3, pada Periode Sore.

5.5.4 Pembahasan Panjang Antrian, Stop dan Tundaan.

a. Kondisi Periode Pagi.

Pada Tabel 5.37 terlihat bahwa kondisi eksisting ternyata memiliki angka Panjang antrian, Stop / berhenti dan Tundaan rata-rata yang relatif besar, namun setelah dilakukan optimalisasi (dengan koordinasi dan optimasi lampu lalu lintas), angka-angka tersebut secara jaringan keseluruhan dapat diturunkan. Dilihat pada tiap-tiap simpang dan tiap-tiap jalannya terjadi penurunan, contohnya Jalan Rasuna Said pada persimpangan 1, panjang antrian turun dari 119 menjadi 11 smp, kendaraan stop/berhenti turun dari 112 % menjadi 41 % yang berarti semula kendaraan harus berhenti satu kali lebih (112%) menjadi hampir tidak perlu berhenti (41%), stop/berhenti 100 % artinya kendaraan mengalami berhenti penuh satu kali, tundaan rata-rata turun dari 111 menjadi 3 smp-jam/jam. Penurunan angka panjang antrian, stop/berhenti dan tundaan rata-rata terjadi cukup besar terutama pada jalan yang merupakan jalan awal untuk memasuki jaringan yang diteliti ini, seperti Jalan Khatib Sulaiman pada persimpangan 1, Jalan Aziz Chan (selatan) pada persimpangan 5, Jalan Diponegoro pada persimpangan 6, atau Jalan S. Parman pada persimpangan 10. Terdapat juga jalan pada persimpangan yang mengalami kenaikan angka-angka tersebut, seperti Jalan Rasuna Said pada persimpangan 2, Jalan Sudirman pada persimpangan 4, Jalan Damar pada persimpangan 7, atau Jalan Veteran pada persimpangan 8. Tetapi ditotal untuk jaringan keseluruhan menghasilkan penurunan angka panjang antrian 2706 smp, stop/berhenti 1043 % dan tundaan rata-rata 2612 smp-jam/jam.

Secara jaringan keseluruhan, penurunan angka tersebut di atas juga mengakibatkan Biaya Tundaan turun 14876,0 (\$/jam), Biaya Stop turun 14,5 (\$/jam) dan Indeks kinerja turun 14890,5 (\$/jam) yaitu dari 41857,2 (\$/jam) menjadi 26966,7 (\$/jam).

b.. Kondisi Periode Siang.

Pada Tabel 5.38 terlihat bahwa kondisi eksisting ternyata memiliki angka Panjang antrian, Stop / berhenti dan Tundaan rata-rata yang relatif besar, namun setelah dilakukan optimalisasi (dengan koordinasi dan optimasi lampu lalu lintas), angka-angka tersebut secara jaringan keseluruhan dapat diturunkan. Dilihat pada tiap-tiap simpang dan tiap-tiap jalannya terjadi penurunan, contohnya Jalan Rasuna Said pada persimpangan 1. panjang antrian turun dari 114 menjadi 10 smp, kendaraan stop/berhenti turun dari 106 % menjadi 29 % yang berarti semula kendaraan harus berhenti satu kali lebih (106%) menjadi hampir tidak perlu berhenti (29%), stop/berhenti 100 % artinya kendaraan mengalami berhenti penuh satu kali, tundaan rata-rata turun dari 100 menjadi 3 smp-jam/jam. Penurunan angka panjang antrian, stop/berhenti dan tundaan rata-rata terjadi cukup besar terutama pada jalan yang merupakan jalan awal untuk memasuki jaringan yang diteliti ini, seperti Jalan Khatib Sulaiman pada persimpangan 1, Jalan Ki Mangun Sarkoro pada persimpangan 2, Jalan Diponegoro pada persimpangan 6, atau Jalan S. Parman pada persimpangan 10. Terdapat juga jalan pada persimpangan yang mengalami kenaikan angka-angka tersebut, seperti Jalan Rasuna Said pada persimpangan 2, Jalan Sudirman pada persimpangan 4, Jalan Damar pada persimpangan 7, atau Jalan Veteran pada persimpangan 8. Tetapi ditotal untuk jaringan keseluruhan menghasilkan penurunan angka panjang antrian 4120 smp, stop/berhenti 542 % dan tundaan rata-rata 4022 smp-jam/jam.

Secara jaringan keseluruhan, penurunan angka panjang antrian, stop dan tundaan rata-rata tersebut di atas juga mengakibatkan Biaya Tundaan turun 22948,7 (\$/jam), Biaya Stop turun 7,2 (\$/jam) dan Indeks kinerja turun 22956,0 (\$/jam) yaitu dari 49968,8 (\$/jam) menjadi 27012,8 (\$/jam).

c. Kondisi Periode Sore.

Pada Tabel 5.39 terlihat bahwa kondisi eksisting ternyata memiliki angka Panjang antrian, Stop / berhenti dan Tundaan rata-rata yang relatif besar, namun setelah dilakukan optimalisasi (dengan koordinasi dan optimasi lampu lalu lintas), angka-angka tersebut secara jaringan keseluruhan dapat diturunkan. Dilihat pada tiap-tiap simpang dan tiap-tiap jalannya terjadi penurunan, contohnya Jalan Rasuna Said pada persimpangan 1, panjang antrian turun dari 141 menjadi 10 smp, kendaraan stop/berhenti turun dari 102 % menjadi 43 % yang berarti semula kendaraan harus berhenti satu kali lebih (102%) menjadi hampir tidak perlu berhenti (43%), stop/berhenti 100 % artinya kendaraan mengalami berhenti penuh satu kali, tundaan rata-rata turun dari 133 menjadi 3 smp-jam/jam. Penurunan angka panjang antrian, stop/berhenti dan tundaan rata-rata terjadi cukup besar terutama pada jalan yang merupakan jalan awal untuk memasuki jaringan yang diteliti ini, seperti Jalan Khatib Sulaiman pada persimpangan 1, Jalan Aziz Chan (selatan) pada persimpangan 5, Jalan Diponegoro pada persimpangan 6, atau Jalan S. Parman pada persimpangan 10. Terdapat juga jalan pada persimpangan yang mengalami kenaikan angka-angka tersebut, seperti Jalan Sudirman pada persimpangan 4, Jalan Juanda dan Jalan Veteran pada persimpangan 9. Tetapi ditotal untuk jaringan keseluruhan menghasilkan penurunan angka panjang antrian 3899 smp, stop/berhenti 1517 % dan tundaan rata-rata 3831 smp-jam/jam.

Secara jaringan keseluruhan, penurunan angka panjang antrian, stop/berhenti dan tundaan rata-rata tersebut di atas juga mengakibatkan Biaya Tundaan turun 21840,6 (\$/jam), Biaya Stop turun 11,7 (\$/jam) dan Indeks kinerja turun 21849,3 (\$/jam) yaitu dari 35755,7 (\$/jam) menjadi 13906,4 (\$/jam).

Tabel 5.37 Perbandingan panjang antrian, stop dan tundaan, pada periode pagi

Nama langan simpang	Panjang Antrian (smp)			Stop (Berhenti) (%)			Tundaan rata-rata (smp-jam/jam)		
	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (smp)	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (%)	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (smp-jam/jam)
Simpang 1.									
Jl. Khatib Sulaiman	950	85	Turun 865	449	189	Turun 260	911	58	Turun 854
Jl. Rasuna Said	119	11	Turun 108	112	41	Turun 71	111	3	Turun 108
Jl. Raden Saleh	45	18	Turun 27	71	138	Naik 67	43	14	Turun 30
Jl. KH Ahmad Dahlan	231	20	Turun 211	336	163	Turun 173	218	15	Turun 203
Simpang 2.									
Jl. Rasuna Said	120	699	Naik 579	114	237	Naik 123	110	677	Naik 566
Jl. Sudirman	56	164	Naik 108	107	180	Naik 73	49	156	Naik 107
Jl. Ujung Gurun	86	13	Turun 73	91	92	Naik 1	83	11	Turun 72
Jl. Ki Mangunsarkoro	398	53	Turun 345	470	237	Turun 233	382	43	Turun 338
Simpang 3.									
Jl. Sudirman (Utara)	257	4	Turun 253	93	57	Turun 36	251	3	Turun 248
Jl. Sudirman (Selatan)	66	14	Turun 52	141	66	Turun 75	59	5	Turun 54
Jl. A. Yani	155	7	Turun 148	138	36	Turun 102	149	4	Turun 145
Simpang 4.									
Jl. Sudirman	45	359	Naik 314	70	223	Naik 153	42	350	Naik 309
Jl. Aziz Chan	425	313	Turun 112	368	415	Naik 47	406	298	Turun 108
Jl. Pasar Raya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jl. Agus Salim	831	446	Turun 385	444	499	Naik 55	808	426	Turun 383
Simpang 5.									
Jl. Aziz Chan (Utara)	28	9	Turun 19	77	50	Turun 27	23	7	Turun 17
Jl. Aziz Chan (Selatan)	546	289	Turun 257	471	308	Turun 163	522	272	Turun 250
Jl. M. Yamin	109	68	Turun 41	196	134	Turun 62	105	65	Turun 40
Jl. Proklamasi	180	143	Turun 37	338	304	Turun 34	154	126	Turun 28
Simpang 6.									
Jl. Pemuda	157	156	Turun 1	64	71	Naik 7	152	151	Turun 1
Jl. Diponegoro	259	113	Turun 146	449	282	Turun 167	235	97	Turun 138
Jl. Hang Tuah	57	50	Turun 7	283	225	Turun 58	54	47	Turun 6
Jl. M. Yamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simpang 7.									
Jl. Damar	46	47	Naik 1	70	91	Naik 21	42	43	Naik 1
Jl. Pemuda	40	32	Turun 8	248	278	Naik 30	25	17	Turun 8
Jl. Koto Marapak	21	11	Turun 10	290	292	Naik 2	20	10	Turun 10
Jl. Blk Olo	256	286	Naik 30	139	166	Naik 27	250	280	Naik 30
Simpang 8.									
Jl. Veteran	78	99	Naik 21	89	186	Naik 97	68	90	Naik 22
Jl. Damar	65	30	Turun 35	262	318	Naik 56	52	22	Turun 30
Jl. Olo Ladang	410	552	Naik 142	468	451	Turun 17	394	542	Naik 148
Jl. A. Yani	50	150	Naik 100	53	175	Naik 122	48	144	Naik 96
Simpang 9.									
Jl. Juanda	216	8	Turun 208	197	62	Turun 135	201	3	Turun 198
Jl. Veteran	60	35	Turun 25	183	194	Naik 11	47	27	Turun 20
Jl. Purus V	100	28	Turun 72	265	219	Turun 46	96	27	Turun 70
Jl. Ujung Gurun	162	52	Turun 110	109	149	Naik 40	156	49	Turun 107
Simpang 10.									
Jl. S. Parman	851	640	Turun 211	447	235	Turun 212	820	623	Turun 197
Jl. Juanda	216	3	Turun 213	116	36	Turun 80	210	2	Turun 208
Jl. Raden Saleh	28	6	Turun 22	104	80	Turun 24	25	3	Turun 22
Total pada jaringan :			Turun 2706			Turun 1043			Turun 2612
Total Biaya Tundaan	41715.2	26839.2	Turun 14876.0 (dalam \$/jam)						
Total Biaya Stop	142.0	127.5	Turun 14.5 (dalam \$/jam)						
Total Indeks Kinerja	41857.2	26966.7	Turun 14890.5 (dalam \$/jam)						

Keterangan : a. Tabel hasil hitungan program Transyt
b. Stop 100 % berarti tiap smp berhenti penuh satu kali

Tabel 5.38 Perbandingan panjang antrian, stop dan tundaan, pada periode siang

Nama lengan simpang	Panjang Antrian (smp)			Stop (Berhenti) (%)			Tundaan rata-rata (smp-jam/jam)		
	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (smp)	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (%)	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (smp-jam/jam)
Simpang 1.									
Jl. Khatib Sulaiman	471	11	Turun 460	469	58	Turun 411	452	3	Turun 449
Jl. Rasuna Said	114	10	Turun 104	106	29	Turun 77	100	3	Turun 98
Jl. Raden Saleh	20	113	Naik 93	35	166	Naik 131	19	109	Naik 91
Jl. KH Ahmad Dahlan	122	6	Turun 116	287	107	Turun 180	116	3	Turun 113
Simpang 2.									
Jl. Rasuna Said	113	307	Naik 194	159	218	Naik 59	103	296	Naik 193
Jl. Sudirman	41	21	Turun 20	119	72	Turun 47	32	9	Turun 23
Jl. Ujung Gurun	104	4	Turun 100	77	33	Turun 44	101	2	Turun 99
Jl. Ki Manguosarkoro	150	12	Turun 138	294	127	Turun 167	139	7	Turun 132
Simpang 3.									
Jl. Sudirman (Utara)	376	4	Turun 372	124	54	Turun 70	370	2	Turun 367
Jl. Sudirman (Selatan)	186	10	Turun 176	173	53	Turun 120	176	3	Turun 173
Jl. A. Yani	253	8	Turun 245	143	55	Turun 88	244	4	Turun 240
Simpang 4.									
Jl. Sudirman	27	159	Naik 132	62	257	Naik 195	23	149	Naik 126
Jl. Aziz Chan	449	409	Turun 40	314	370	Naik 56	433	395	Turun 38
Jl. Pasar Raya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jl. Agus Salim	423	357	Turun 66	467	475	Naik 8	400	342	Turun 58
Simpang 5.									
Jl. Aziz Chan (Utara)	16	43	Naik 27	62	137	Naik 75	12	38	Naik 26
Jl. Aziz Chan (Selatan)	445	102	Turun 343	467	374	Turun 93	422	82	Turun 340
Jl. M. Yamin	97	185	Naik 88	124	263	Naik 139	93	179	Naik 86
Jl. Proklamasi	287	275	Turun 12	274	311	Naik 37	266	260	Turun 6
Simpang 6.									
Jl. Pemuda	287	4	Turun 283	58	31	Turun 27	280	2	Turun 278
Jl. Diponegoro	418	19	Turun 399	458	75	Turun 383	392	7	Turun 385
Jl. Hang Tuah	103	6	Turun 97	293	91	Turun 202	96	3	Turun 93
Jl. M. Yamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simpang 7.									
Jl. Damar	102	294	Naik 192	77	106	Naik 29	95	285	Naik 191
Jl. Pemuda	299	246	Turun 53	341	280	Turun 61	280	231	Turun 50
Jl. Koto Marapak	120	1	Turun 119	285	73	Turun 212	117	2	Turun 115
Jl. BIK Olo	1544	278	Turun 1266	337	229	Turun 108	1511	260	Turun 1251
Simpang 8.									
Jl. Veteran	59	148	Naik 89	80	240	Naik 160	52	137	Naik 85
Jl. Damar	107	169	Naik 62	146	321	Naik 175	99	159	Naik 60
Jl. Olo Ladang	692	667	Turun 25	470	479	Naik 9	664	650	Turun 14
Jl. A. Yani	11	49	Naik 38	52	174	Naik 122	10	44	Naik 34
Simpang 9.									
Jl. Juanda	118	524	Naik 406	108	553	Naik 445	109	503	Naik 394
Jl. Veteran	20	40	Naik 20	87	284	Naik 197	10	27	Naik 18
Jl. Purus V	154	215	Naik 61	282	461	Naik 179	148	211	Naik 62
Jl. Ujung Gurun	261	313	Naik 52	143	238	Naik 95	255	307	Naik 52
Simpang 10.									
Jl. S. Parman	876	20	Turun 856	444	67	Turun 377	845	6	Turun 839
Jl. Juanda	284	2	Turun 282	89	59	Turun 30	278	2	Turun 276
Jl. Raden Saleh	6	4	Turun 2	33	77	Naik 44	5	3	Turun 2
Total pada jaringan :			Turun 4120			Turun 542			Turun 4022
Total Biaya Tundaan	49853.0	26904.3	Turun 22948.7 (dalam \$/jam)						
Total Biaya Stop	115.8	108.6	Turun 7.2 (dalam \$/jam)						
Total Indeks Kinerja	49968.8	27012.8	Turun 22956.0 (dalam \$/jam)						

Keterangan :
 a. Tabel hasil hitungan program Transyt
 b. Stop 100 % berarti tiap smp berhenti penuh satu kali

Tabel 5.39 Perbandingan panjang antrian, stop dan tundaan, pada periode sore

Nama lengan simpang	Panjang Antrian (smp)			Stop (Berhenti) (%)			Tundaan rata-rata (smp-jam/jam)		
	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (smp)	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (%)	Kondisi Eksisting	Alternatif Terbaik	Perbandingan (smp-jam/jam)
Simpang 1.									
Jl. Khatib Sulaiman	232	11	Turun 221	339	63	Turun 276	215	3	Turun 212
Jl. Rasuna Said	141	10	Turun 131	102	43	Turun 59	133	3	Turun 130
Jl. Raden Saleh	45	5	Turun 40	64	69	Naik 5	44	2	Turun 42
Jl. KH Ahmad Dahlan	121	5	Turun 116	287	103	Turun 184	116	3	Turun 113
Simpang 2.									
Jl. Rasuna Said	164	135	Turun 29	231	267	Naik 36	148	122	Turun 26
Jl. Sudirman	44	17	Turun 27	104	71	Turun 33	37	8	Turun 28
Jl. Ujung Gurun	94	8	Turun 86	101	89	Turun 12	91	5	Turun 85
Jl. Ki Mangunsarkoro	121	33	Turun 88	290	244	Turun 46	114	28	Turun 85
Simpang 3.									
Jl. Sudirman (Utara)	361	5	Turun 356	163	124	Turun 39	355	4	Turun 351
Jl. Sudirman (Selatan)	202	7	Turun 195	171	40	Turun 131	192	3	Turun 189
Jl. A. Yani	281	7	Turun 274	17	69	Naik 52	273	3	Turun 270
Simpang 4.									
Jl. Sudirman	27	225	Naik 198	67	381	Naik 314	24	213	Naik 189
Jl. Aziz Chan	726	969	Naik 243	340	430	Naik 90	704	948	Naik 244
Jl. Pasar Raya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jl. Agus Salim	281	201	Turun 80	460	442	Turun 18	262	187	Turun 75
Simpang 5.									
Jl. Aziz Chan (Utara)	11	9	Turun 2	60	69	Naik 9	8	5	Turun 3
Jl. Aziz Chan (Selatan)	226	20	Turun 206	396	101	Turun 295	204	9	Turun 196
Jl. M. Yamin	76	8	Turun 68	102	91	Turun 11	72	4	Turun 68
Jl. Proklamasi	188	16	Turun 172	266	86	Turun 180	171	7	Turun 164
Simpang 6.									
Jl. Pemuda	247	11	Turun 236	75	78	Naik 3	240	6	Turun 234
Jl. Diponegoro	376	23	Turun 353	467	80	Turun 387	352	8	Turun 344
Jl. Hang Tuah	132	6	Turun 126	284	103	Turun 181	126	3	Turun 123
Jl. M. Yamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simpang 7.									
Jl. Damar	160	64	Turun 96	99	159	Naik 60	153	48	Turun 105
Jl. Pemuda	175	67	Turun 108	304	188	Turun 116	160	47	Turun 114
Jl. Koto Marapak	40	5	Turun 35	312	197	Turun 115	37	4	Turun 33
Jl. Blk Olo	384	74	Turun 310	218	247	Naik 29	372	70	Turun 302
Simpang 8.									
Jl. Veteran	103	24	Turun 79	139	87	Turun 52	92	10	Turun 82
Jl. Damar	91	46	Turun 45	192	169	Turun 23	77	34	Turun 43
Jl. Olo Ladang	320	121	Turun 199	290	272	Turun 18	308	117	Turun 192
Jl. A. Yani	38	7	Turun 31	51	61	Naik 10	36	4	Turun 32
Simpang 9.									
Jl. Juanda	97	173	Naik 76	151	282	Naik 131	87	159	Naik 72
Jl. Veteran	28	70	Naik 42	113	285	Naik 172	24	63	Naik 39
Jl. Purus V	152	140	Turun 12	279	343	Naik 64	146	136	Turun 11
Jl. Ujung Gurun	123	158	Naik 35	155	250	Naik 95	119	151	Naik 32
Simpang 10.									
Jl. S. Parman	492	15	Turun 477	463	77	Turun 386	473	5	Turun 468
Jl. Juanda	286	5	Turun 281	116	68	Turun 48	279	3	Turun 276
Jl. Raden Saleh	20	6	Turun 14	59	82	Naik 23	18	3	Turun 15
Total pada jaringan :			Turun 3899			Turun 1517			Turun 3831
Total Biaya Tundaan	35676.1	13835.5	Turun 21840.6 (dalam \$/jam)						
Total Biaya Stop	79.6	67.9	Turun 11.7 (dalam \$/jam)						
Total Indeks Kinerja	35755.7	13906.4	Turun 21849.3 (dalam \$/jam)						

Keterangan :
 a. Tabel hasil hitungan program Transyt
 b. Stop 100 % berarti tiap smp berhenti penuh satu kali

5.5.5 Pembahasan perhitungan metoda MKJI

Perhitungan dengan metoda MKJI menggunakan masukan data hasil survai yang sama dengan yang digunakan program Transyt. Perhitungan menghasilkan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan kendaraan dalam link. Perhitungan dilakukan pada simpang 1 dan simpang 3, pada periode pagi, meliputi perhitungan untuk kondisi eksisting, untuk alternatif terbaik (setelah koordinasi lampu lalu lintas), dan optimasi simpang dengan memperlakukan simpang berdiri sendiri / terisolasi.

1. Kondisi Eksisting

Hasil perhitungan untuk Simpang 1 dan Simpang 3 seperti pada tabel berikut.

Tabel 5.40 Hasil perhitungan MKJI untuk kondisi eksisting

Nama Jalan	Perhitungan MKJI			Perhitungan Transyt		
	Panjang Antrian (smp)	Berhenti / Stop	Tundaan (det/smp)	Panjang Antrian (smp)	Berhenti / Stop	Tundaan (det/smp)
<u>Simpang 1</u>						
K. Sulaiman	315	7,0	1224	833	2,48	1981
Rasuna Said	155	4,7	622	12	0,32	45
Raden Saleh	112	8,6	1867	2	0,17	41
K.A. Dahlan	18	1,3	60	24	1,35	108
<u>Simpang 3</u>						
Sudirman (U)	12	1,4	62	3	0,28	39
Sudirman (S)	116	4,7	559	14	0,46	68
A. Yani	147	6,8	1003	7	0,28	20

Antara hasil perhitungan dengan MKJI dan program Transyt terdapat perbedaan.

Ini antara lain disebabkan oleh :

- Pendekatan Transyt dalam perhitungan dilakukan dengan memanipulasi bentuk *cyclic flow profile* dari histogram arus lalu lintas, jadi perhitungan tidak dilakukan untuk tiap-tiap kendaraan.
- Pendekatan hitungan tundaan Transyt juga berbeda dengan MKJI. Tundaan pada MKJI terdiri atas Tundaan lalu lintas rata-rata dan Tundaan geometrik rata-rata. Tundaan lalu lintas adalah akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan lain pada simpang.

Tundaan geometrik adalah akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada simpang dan/atau ketika dihentikan oleh lampu lalu lintas.

Pada Transyt, Tundaan adalah rata-rata yang diperoleh dengan membagi angka total tundaan dengan arus dalam link. Angka total tundaan penjumlahan dari tundaan *uniform* dengan tundaan *random+oversaturation*. Tundaan *uniform* sama dengan jumlah rata-rata antrian kendaraan pada link selama siklus tertentu. Tundaan *random+oversaturation* disebabkan oleh fluktuasi kedatangan kendaraan yang acak / random.

- Sehingga hasil hitungan yang didapat berbeda karena pendekatan yang digunakan juga berbeda pada kedua metoda perhitungan di atas.

Panjang antrian dapat juga dibandingkan dengan hasil pengamatan di lapangan.

Tabel 5.41 Perbandingan Panjang antrian

Nama Jalan	Panjang Antrian	
	Di lapangan (meter)	MKJI (meter)
<u>Simpang 1</u>		
K. Sulaiman	149	1573
Rasuna Said	60	840
Raden Saleh	33	801
K.A. Dahlan	30	59
<u>Simpang 3</u>		
Sudirman (U)	31	69
Sudirman (S)	52	578
A. Yani	17	978

Perbedaan hasil antara data lapangan dengan perhitungan antara lain disebabkan :

- Kesulitan menentukan batas yang jelas yang menandai akhir suatu panjang antrian pada lengan simpang. Panjang antrian menjadi berkurang karena antrian menggunakan lebar jalan lebih besar dari marka yang ada dengan mengambil lebar untuk belok kiri..
- Panjang antrian dihitung MKJI dengan asumsi luas rata-rata yang digunakan setiap satu satuan mobil penumpang adalah 20 m^2 , yang mana cukup besar angkanya.

Pembahasan

Hasil hitungan Transyt dan MKJI berbeda dikarenakan asumsi dan pendekatan perhitungan yang digunakan oleh masing-masing metoda juga berbeda seperti pendekatan manipulasi histogram pola arus oleh Transyt dan asumsi dasar perhitungan tundaan pada Transyt dan MKJI. Dan hasil hitungan juga berbeda dengan hasil pengecekan di lapangan.

Hal ini memberikan penegasan bahwa angka-angka yang dihasilkan oleh suatu program bukanlah harga mati. Hasil program dapat kita jadikan arahan untuk mengambil kebijakan, dan perlu perbandingan dengan pengecekan di lapangan, sehingga akan ada penyesuaian-penyesuaian yang perlu diambil untuk penerapannya di lapangan.

2. Optimasi Persimpangan

Perhitungan pada Simpang 1 dan Simpang 3 dengan metoda MKJI dilakukan untuk kondisi eksisting, kondisi alternatif terbaik (setelah koordinasi) dan optimasi simpang itu secara sendiri (terisolasi). Hasilnya seperti tercantum pada tabel 5.24.

a. Simpang 1

Simpang 1 pada kondisi eksisting waktu siklusnya 100 detik, menghasilkan panjang antrian yang cukup besar, kendaraan terhenti rata-rata 4,4 stop/smp dan tundaan simpang rata-rata 699,8 det/smp. Setelah koordinasi lampu lalu lintas waktu siklus menjadi 90 detik (sesuai waktu siklus jaringan), panjang antrian menjadi turun, kendaraan terhenti rata-rata turun menjadi 1,4 stop/smp dan tundaan simpang rata-rata turun menjadi 103,8 det/smp. Selanjutnya simpang dengan waktu siklus hasil koordinasi dioptimasi dengan anggapan simpang berdiri sendiri (*isolated*). Ternyata simpang dapat lebih optimal, panjang antrian secara keseluruhan turun, kendaraan terhenti rata-rata turun menjadi 1,0 dan tundaan simpang rata-rata turun jadi 53,8 det/smp, tetapi dengan waktu siklus naik jadi 98 detik.

Tabel 5.42 Hasil perhitungan MKJI untuk simpang 1 dan simpang 3.

Nama Jalan	Simpang 1			Nama Jalan	Simpang 3		
	Panjang Antrian	Kendaraan Berhenti	Tundaan		Panjang Antrian	Kendaraan Berhenti	Tundaan
<u>K. Eksisting</u>				<u>K. Eksisting</u>			
K. Sulaiman	305	6,8	1553	Sudirman (U)	13	1,4	63
Rasuna Said	147	4,4	566	Sudirman (S)	105	4,2	483
Raden Saleh	105	8,1	1626	A. Yani	138	6,3	893
K.A. Dahlan	19	1,3	64				
		Kendaraan terhenti rata-rata = 4,4	Tundaan simpang rata-rata = 699,8			Kendaraan terhenti rata-rata = 2,9	Tundaan simpang rata-rata = 357,5
<u>A. Terbaik</u>				<u>A. Terbaik</u>			
K. Sulaiman	57	1,3	74	Sudirman (U)	20	2,3	199
Rasuna Said	34	1,1	34	Sudirman (S)	28	1,1	48
Raden Saleh	61	5,1	625	A. Yani	122	5,7	739
K.A. Dahlan	17	1,2	72				
		Kendaraan terhenti rata-rata = 1,4	Tundaan simpang rata-rata = 103,8			Kendaraan terhenti rata-rata = 1,9	Tundaan simpang rata-rata = 213,6
<u>Optimasi</u>				<u>Optimasi</u>			
K. Sulaiman	56	1,2	65	Sudirman (U)	20	2,6	214
Rasuna Said	37	1,1	36	Sudirman (S)	38	1,6	106
Raden Saleh	18	1,4	96	A. Yani	42	2,1	157
K.A. Dahlan	22	1,5	114				
		Kendaraan terhenti rata-rata = 1,0	Tundaan simpang rata-rata = 53,8			Kendaraan terhenti rata-rata = 1,2	Tundaan simpang rata-rata = 89,8

b. Simpang 3

Simpang 3 pada kondisi eksisting waktu siklusnya 92 detik, menghasilkan panjang antrian yang cukup besar, kendaraan terhenti rata-rata 2,9 stop/smp dan tundaan simpang rata-rata 357,5 det/smp. Setelah koordinasi lampu lalu lintas waktu siklus menjadi 90 detik (sesuai waktu siklus jaringan), panjang antrian menjadi turun, kendaraan terhenti rata-rata turun menjadi 1,9 stop/smp dan tundaan simpang rata-rata turun menjadi 213,6 det/smp. Selanjutnya simpang dengan waktu siklus hasil koordinasi dioptimasi dengan anggapan simpang berdiri sendiri (*isolated*). Ternyata simpang dapat lebih optimal, panjang antrian secara keseluruhan turun, kendaraan terhenti rata-rata turun jadi 1,2 stop/smp dan tundaan simpang rata-rata turun jadi 89,8 det/smp, tetapi waktu siklus bertambah menjadi 98 detik.

c. Pembahasan

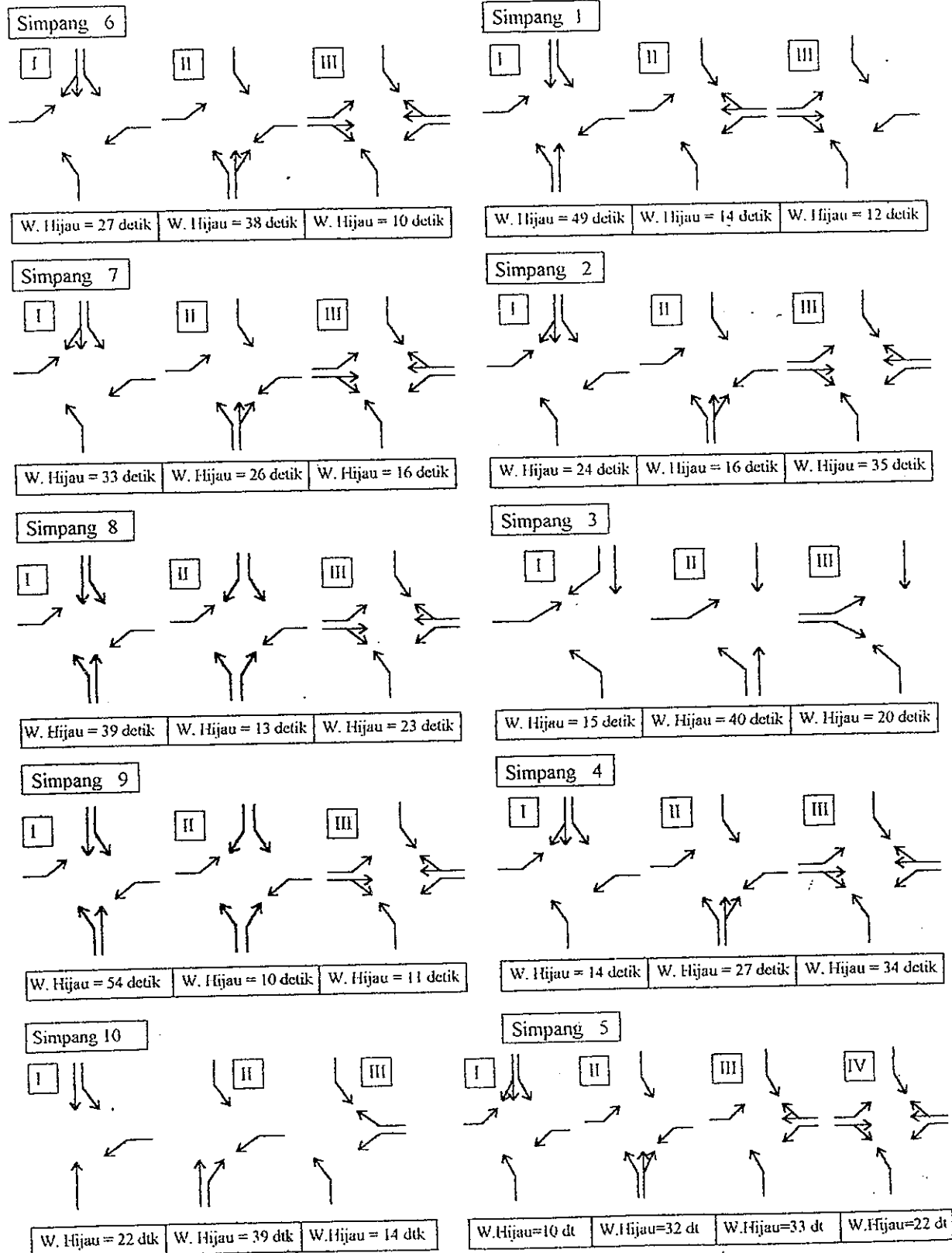
Dalam sistem jaringan terkoordinasi terlihat bahwa tiap lampu lalu lintas akan beroperasi di atas atau di bawah waktu siklus optimalnya untuk menunjang kinerja sistem koordinasi tersebut. Simpang 1 secara sendiri (*isolated*) dapat optimal kinerjanya dengan waktu siklus 98 detik, di atas waktu siklus jaringan 90 detik. Sebaliknya simpang 3 secara sendiri dapat optimal kinerjanya dengan waktu siklus 85 detik, di bawah waktu siklus jaringan 90 detik.

Simpang 1 pada jaringan terkoordinasi dengan waktu siklus 90 detik akan memberi waktu hijau yang lebih kecil sehingga akan menahan arus yang akan masuk ke jaringan melalui Jln. K. Sulaiman. Ini akan membuat antrian di Simpang 2 berkurang panjangnya. Kalau Simpang 1 memakai waktu siklus optimalnya 98 detik, akan memberikan waktu hijau yang lebih besar sehingga akan membebani Simpang 2 dengan arus yang besar, sementara arus barat-timurnya juga cukup besar yang harus melewati simpang, sehingga akan lebih mengganggu kelancaran lalu lintas jaringan. Simpang 3 beroperasi dengan waktu siklus 90 detik untuk menunjang koordinasi jaringan walaupun itu adalah di atas waktu siklus optimalnya 85 detik.

5.6 Pengaturan Lampu Lalulintas

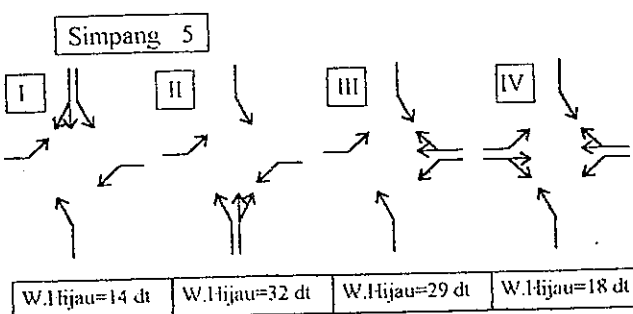
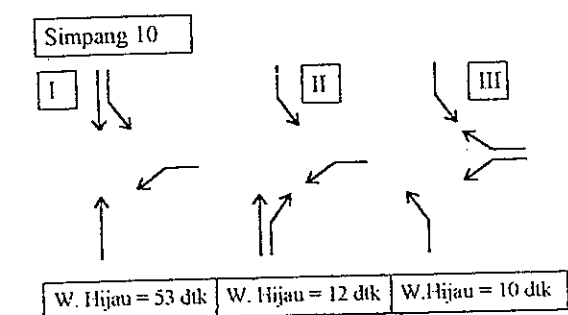
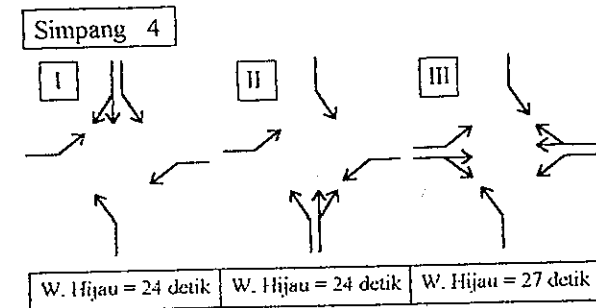
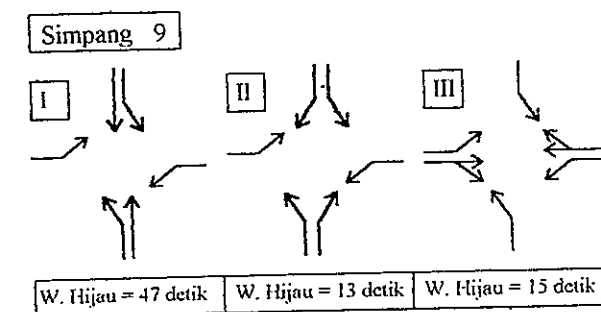
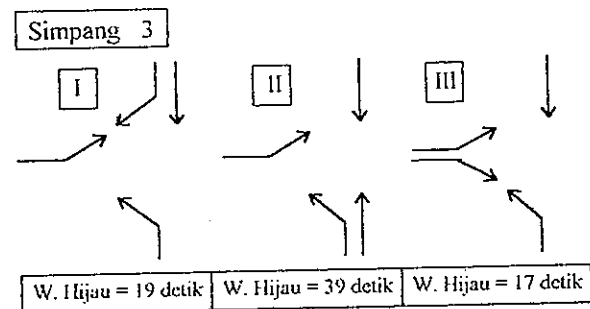
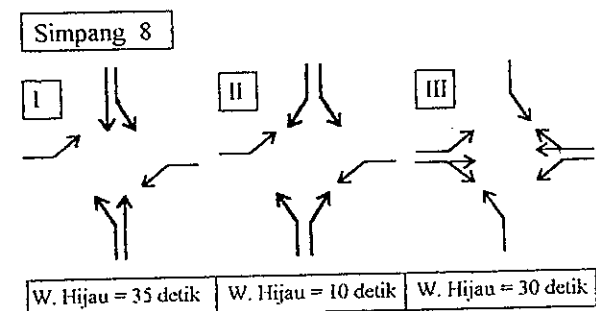
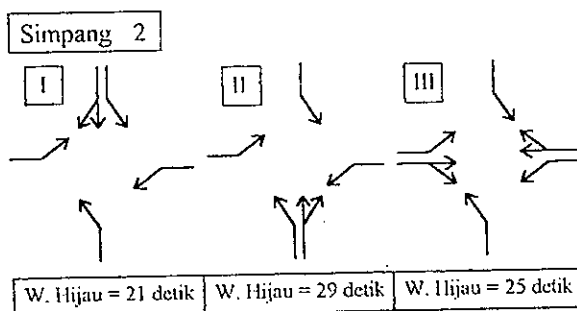
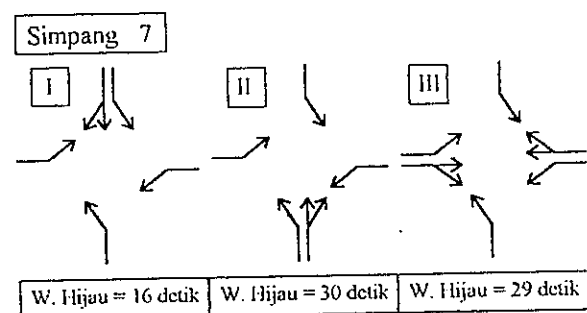
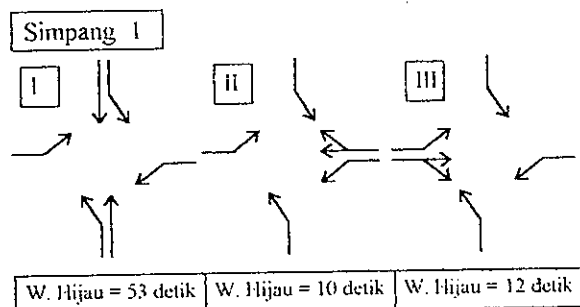
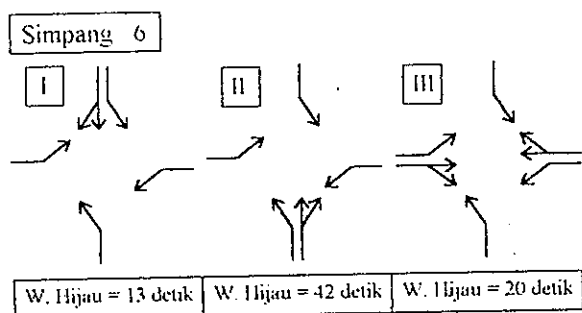
a. Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif Terbaik pada periode Pagi.

- Waktu siklus = 90 detik, Waktu kuning = 3 detik.



b. Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif Terbaik pada periode Siang.

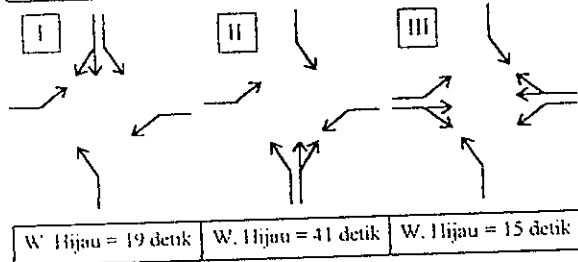
- Waktu siklus = 90 detik, Waktu kuning = 3 detik.



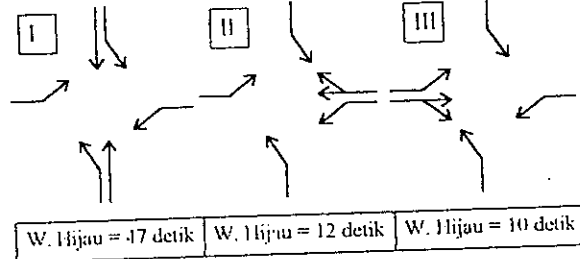
c. Pengaturan Lampu Lalulintas Alternatif Terbaik pada periode Sore.

- Waktu siklus = 90 detik, Waktu kuning = 3 detik.

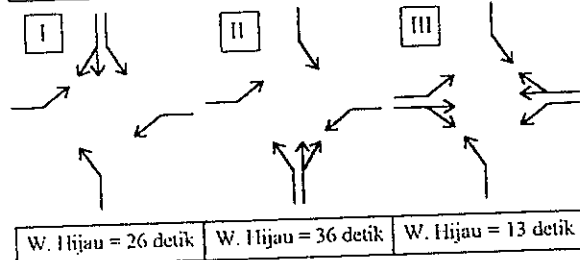
Simpang 6



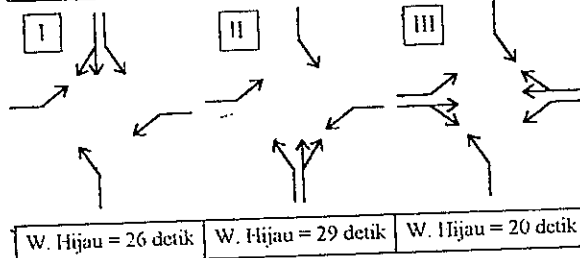
Simpang 1



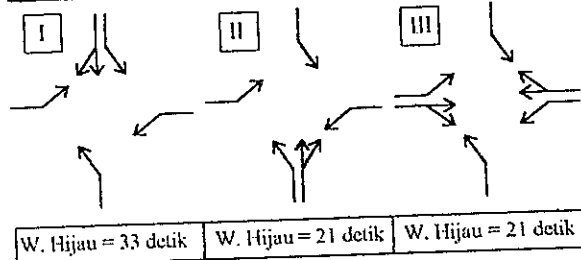
Simpang 7



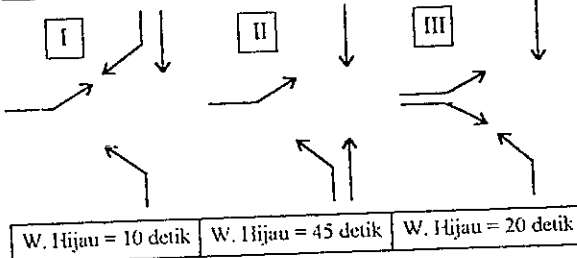
Simpang 2



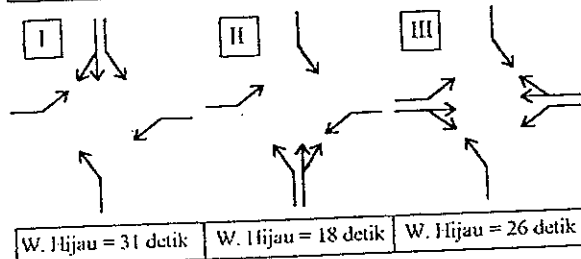
Simpang 8



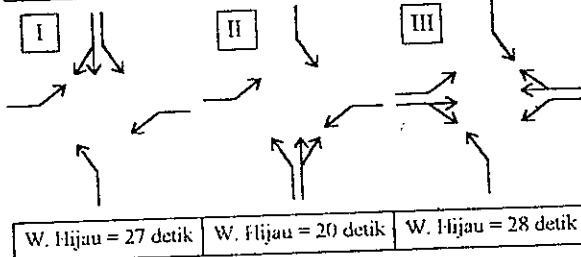
Simpang 3



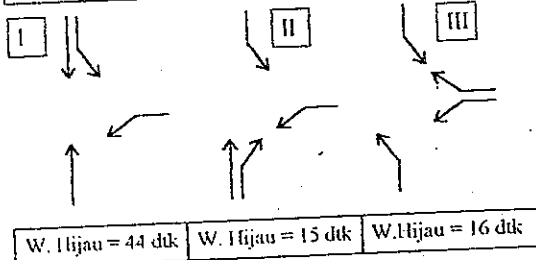
Simpang 9



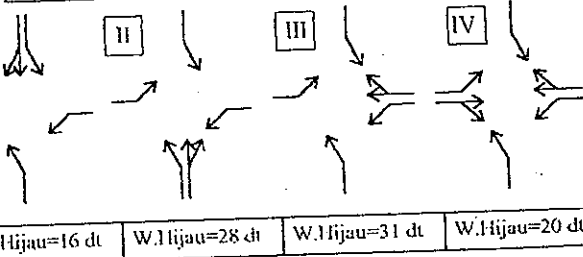
Simpang 4



Simpang 10



Simpang 5



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang terdapat pada bab-bab sebelumnya dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Optimalisasi kinerja suatu jaringan jalan dapat dilakukan dengan koordinasi lampu lalu lintas, seperti pada lokasi studi di Kota Padang.
2. Kondisi eksisting ternyata dapat ditingkatkan kinerjanya dengan koordinasi lampu lalu lintas, sehingga menghasilkan alternatif terbaik yang indeks kinerjanya minimum dan menghemat pemakaian bahan bakar. Hal ini dapat dilihat dengan membandingkan kondisi eksisting hasil gambaran program Transyt dengan kondisi suatu alternatif terbaik yang dihasilkan oleh program Transyt.
3. Pada kondisi eksisting pada periode pagi, siang dan sore, indeks kinerja dan konsumsi bahan bakar ternyata sangat besar, dan kecepatan rata-rata kendaraan rendah.
4. Pada periode pagi, strategi yang menghasilkan indeks kinerja minimum adalah rangkaian simulasi waktu siklus, perubahan geometrik, pengaturan fase, dan gabungan perubahan geometrik dengan pengaturan fase, yaitu indeks kinerja 26966,7 (\$/jam).
 Pada periode siang, strategi yang menghasilkan indeks kinerja minimum adalah rangkaian simulasi waktu siklus, perubahan geometrik, pengaturan fase, dan gabungan perubahan geometrik dengan pengaturan fase, yaitu indeks kinerja 27012,8 (\$/jam).
 Pada periode sore, strategi yang menghasilkan indeks kinerja minimum adalah rangkaian simulasi waktu siklus dan perubahan geometrik, yaitu indeks kinerja 13906,4 (\$/jam), pengaturan fase dan gabungan perubahan geometrik dengan pengaturan fase tidak dipakai hasilnya karena menghasilkan waktu hijau yang kecil dari minimal 10 detik.

5. Hasil alternatif terbaik yang didapat dari koordinasi dan pengaturan lampu lalu lintas oleh program Transyt dibandingkan dengan kondisi eksisting, menghasilkan :
 - periode pagi, kecepatan rata-rata sistem naik 48 %, biaya tundaan turun 36 %, biaya berhenti turun 10 %, pemakaian bahan bakar turun 30 %, indeks kinerja turun 36 % ;
 - periode siang, kecepatan rata-rata sistem naik 72 %, biaya tundaan turun 46 %, biaya berhenti turun 6 %, pemakaian bahan bakar turun 39 %, indeks kinerja turun 46 %.
 - periode sore, kecepatan rata-rata sistem naik 115 %, biaya tundaan turun 61 %, biaya berhenti turun 15 %, pemakaian bahan bakar turun 50 % indeks kinerja turun 61 %.
6. Perhitungan program Transyt dan MKJI menghasilkan harga yang berbeda. Hal ini antara lain disebabkan asumsi / pendekatan yang digunakan berbeda, misalnya Transyt memanipulasi histogram pola arus bukan kendaraannya, dan pendekatan perhitungan tundaan pada Transyt yang terdiri dari tundaan *uniform dan random + oversaturation*, yang mana memperhatikan kedatangan kendaraan yang random/acak, sedangkan pada MKJI tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan geometrik. Data lapangan juga berbeda dari hasil hitungan kedua metoda. Jadi hasil perhitungan bukanlah mutlak, bisa dipakai sebagai arahan dalam mengambil kebijakan, dan perlu penyesuaian untuk penerapannya di lapangan.
6. Nilai-nilai di atas merupakan nilai relatif terhadap kondisi Inggris, karena konstanta parameter yang dibutuhkan untuk kondisi Padang sampai saat ini belum didapat. Seandainya nilai parameter tersebut telah diperoleh, dapat digunakan persamaan analisa waktu untuk mengetahui nilai untuk kondisi Kota Padang sebenarnya. Meskipun demikian pengaturan lalu lintas dengan alternatif terbaik di atas terbukti dapat menjadi solusi untuk mengurangi masalah kemacetan akibat tundaan lalu lintas di persimpangan dan menjaga kelancaran pergerakan kendaraan dalam jaringan jalan.

6.2 Saran

1. Hasil hitungan dapat dijadikan sebagai arahan dalam mengambil kebijakan. Untuk penerapan di lapangan perlu pengecekan dan penyesuaian-penyesuaian, seperti waktu hijau yang dihasilkan pada beberapa simpang pemakaiannya tidak maksimal (seperti pada diagram jarak-waktu), maka untuk penerapan perlu penyesuaian dan pengecekan agar kelancaran dan efisiensi lalu lintas dapat dicapai.
2. Perhitungan dapat juga dicoba dengan program lain seperti Scout (Australia), sehingga dapat dibandingkan hasilnya dengan perhitungan program Transyt.
3. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, parameter biaya merupakan biaya relatif terhadap kondisi Inggris karena untuk kota Padang belum didapat. Penulis menyarankan untuk selanjutnya dapat dilakukan penelitian tentang hal ini sehingga juga dapat dimanfaatkan untuk koordinasi jaringan lain dan penelitian lalu lintas lainnya di kota Padang.

DAFTAR PUSTAKA

1. ---, 1997, Sistem Pengaturan Kawasan Lalulintas, *modul pelatihan*, LPM ITB & KBK Transportasi T.Sipil ITB, Bandung.
2. Abu Bakar I., 1995, *Menuju Lalulintas Dan Angkutan Jalan Yang Tertib*, Ditjen Perhubungan Darat, Dept. Perhubungan, Jakarta.
3. Ditjen Bina Marga, 1990, *Tatacara Pelaksanaan Survei Penghitungan Lalulintas Cara Manual*, Dept. Pekerjaan Umum, Jakarta.
4. Ditjen Bina Marga, 1990, *Traffic Engineering, modul pelatihan*, Regional Cities Urban Training, Dept. Pekerjaan Umum, Jakarta.
5. Daniel.B.F, Edmond.C.P, Carroll. J.M, 1991, *Effects of The Quality of Traffic Signal Progression on Delay*, Transportation Research Board, Washington D.C.
6. Fauwaz, F., 1999, *Koordinasi Lampu Lalulintas, Tesis Magister*, Program Pascasarjana, T.Sipil ITB, Bandung.
7. Hobb, F.S., 1979, *Traffic Planning & Engineering*, Pergamon International Library Oxford, Inggris.
8. Holroyd, Joyce & Owens, D., 1979, *Measuring The Effectiveness Of Area Traffic Control System*, Dept. Environment, Road Research Laboratory, Crowthorne.
9. MKJI, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Binkot, Ditjen Bina Marga, Dept. Pekerjaan Umum, Jakarta.
10. MUTCD, 1988, *Manual on Urban Traffic Control Devices for Streets and Highway* Federal Highway Administration, US Dept of Transportation, New York.
11. Robertson, D.I, 1989, *Transyt A Traffic Network Study Tool*, Road Research Laboratory Crowthorne, Berkshire, Inggris.
12. Sumabrata, J., 1995, *Survei dan Metoda Pengambilan Data, Kursus Manajemen Lalulintas*, Universitas Trisakti, Jakarta.
13. Sudiyono. D., 1986, *Transyt Coordination Of Traffic Signal In Bandung, Tesis Magister*, Program Sistem dan Teknik Jalan Raya Fak. Pascasarjana ITB, Bandung
14. Vincent, R.A., 1988, *Users Guide To Transyt8*, Transport and Road Research Laboratory Crowthorne, Inggris